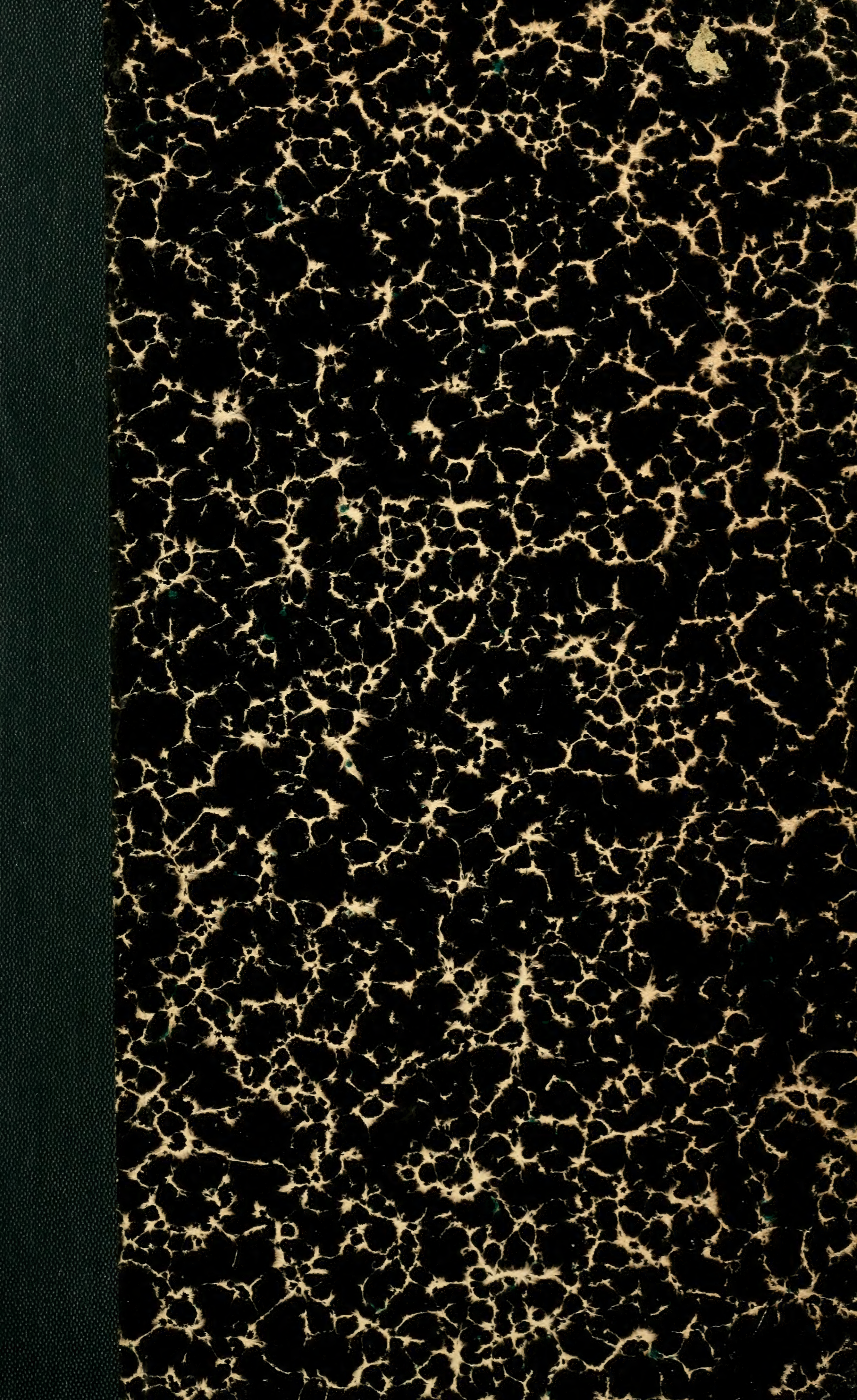
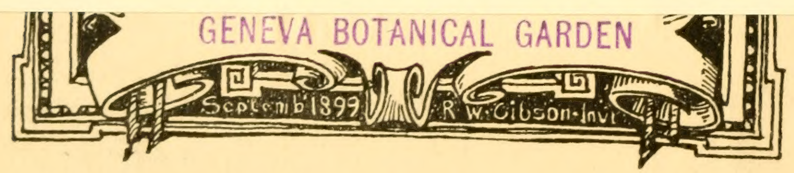



GENEVA BOTANICAL GARDEN
Septemb 1899
R W Gibson Inv

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES



Genève. — Imprimerie Ramboz et Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME SOIXANTE - DEUXIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE — GEORGES BRIDEL, Place de la Louve, 1

PARIS — SANDOZ et FISCHBACHER, Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1878

REVUE

DES

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE EN 1877

par M. Marc MICHELI.

---

§ 1. *Forces moléculaires dans les cellules ; mouvement de l'eau ; transpiration, etc.*

Liste des mémoires analysés :

Bœhm, Jos. Mouvement de l'eau dans les plantes qui transpirent. — Bœhm, J. Absorption d'eau et de sels de chaux par les feuilles. — Burgerstein. Influence des agents extérieurs sur la transpiration. — Caruel. Absorption d'eau par les feuilles. — Cornu, Max. Cheminement du plasma au travers de membranes vivantes non perforées. — Cornu, Max. Causes qui déterminent la mise en liberté des corps agiles chez les végétaux inférieurs. — Detmer, W. Contributions à la théorie de la force ascensionnelle des racines. — Horvath, Q. Études relatives à la force ascensionnelle des racines. — Kraus, C. Relations entre la turgescence et la croissance. — Pfeffer, W. Recherches sur la diosmose. — Pfitzer, E. Rapidité du courant d'eau dans les plantes. — Pitra, Ad. Expériences sur la pression dans les tiges. — Sachs, Jul. La porosité du bois. — Vesque, Jul. Recherches sur l'absorption de l'eau par les racines dans ses rapports avec la transpiration. — Vesque. Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure du bois. — Vries, H. de. Recherches sur les causes mécaniques de l'allongement des cellules.

M. le docteur Pfeffer[1], professeur de botanique à Bâle, a publié, sous le titre de « Osmotische Untersuchungen, Studien zur Zellmechanik, » un volume important que son étendue même ne permet pas d'analyser ici en détail.

[1] W. Pfeffer, Osmotische Untersuchungen, Studien zur Zellmechanik. Leipzig, 1877, 236 p.

Dans une première partie, l'auteur rapporte ses recherches et ses expériences d'ordre purement physique sur les phénomènes de la diosmose dans les cellules artificielles. Dans la seconde partie, il applique aux végétaux les données précédemment établies, et montre que c'est le protoplasme, et particulièrement la *membrane plasmique* qui joue, dans la diffusion, le rôle le plus important, et non point la membrane cellulaire. Une série de chapitres sont successivement consacrés à l'étude de la membrane plasmique et de sa structure moléculaire, à la diosmose à travers cette membrane, aux pressions dans l'intérieur des cellules. L'auteur passe ensuite en revue les différents faits de végétation qui dépendent de l'état intérieur des cellules : ce sont d'abord les phénomènes d'irritabilité et de mouvement ; les idées qu'a admises à leur sujet M. Pfeffer (théorie du mouvement basée sur le déplacement d'une certaine quantité de liquide) dans ses travaux antérieurs, reçoivent de ces observations un nouvel appui en même temps qu'une plus grande précision dans le rôle respectif du protoplasme et des membranes. L'héliotropisme et le géotropisme considérés ensuite, se relient plutôt à l'état moléculaire des membranes cellulosiques. Le mouvement de l'eau à travers les cellules (force ascensionnelle des racines) reconnaît également comme cause primitive l'action osmotique de la membrane plasmique ; la constitution de cette membrane, sa résistance plus ou moins grande au passage des substances dissoutes, sont les principaux facteurs auxquels, dans l'état imparfait de nos connaissances, on peut faire appel pour expliquer le mouvement de l'eau.

Les lois générales de la diosmose sont du reste exposées par M. Pfeffer à la fin de son volume dans les termes

suivants : Un corps dissous ne pénètre à l'intérieur du protoplasme que s'il peut traverser une couche périphérique, la *membrane plasmique* qui se forme partout où le protoplasme est en contact avec un autre liquide aqueux.

Un corps qui, par diosmose, a traversé la membrane plasmique, se répand dans l'intérieur du protoplasme et dans la séve cellulaire, à moins qu'une circonstance spéciale, telle qu'une réaction chimique ne le fixe en un point particulier.

Les hautes pressions qui règnent dans les cellules végétales dérivent de l'action osmotique des substances dissoutes, dans la membrane plasmique : ici comme dans les cellules artificielles, ce sont les cristalloïdes qui jouent le plus grand rôle.

Le protoplasme est aussi séparé de la séve cellulaire par une membrane plasmique ; pour l'étude de la diffusion, la cellule est donc comparable à un système composé de deux cellules d'inégale grandeur, emboîtées l'une dans l'autre.

M. le professeur Hugo de Vries[1], continuant ses études antérieures sur la théorie de la croissance, a publié cette année un mémoire étendu sur les causes mécaniques de l'allongement des cellules. Partisan de la théorie de croissance de M. Sachs, M. de Vries s'est spécialement attaché à l'étude de la turgescence, et pour se rendre compte de l'importance de cette propriété des tissus, il a employé une méthode qui permet de la supprimer complétement. Cette méthode, fondée sur l'emploi de solutions salines avides d'eau, est basée sur le fait que la résistance de filtration des parois cellulaires (qui seule rend la turgescence possi-

[1] Hugo de Vries, Untersuchungen über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung. Leipzig, 1877 (Engelmann), 120 p.

ble) est une propriété de la couche protoplasmique, et non pas de la membrane cellulosique. Cette dernière est absolument perméable pour des sels dissouts employés dans ces expériences; le protoplasme, au contraire, leur oppose une grande résistance. La solution saline pénètre donc à travers la membrane cellulosique, attire l'eau contenue dans le protoplasme: celui-ci, par son élasticité propre, se contracte en se séparant de la membrane; la turgescence est détruite, et la membrane, primitivement distendue, se raccourcit dans une certaine mesure, variant de 5 à 10 pour cent en général.

Les sels qui ont donné les meilleurs résultats sont le salpêtre et le sel de cuisine, employés à une concentration de 10 pour cent. Les rameaux plongés dans la solution (entiers s'ils sont minces, partagés longitudinalement s'ils sont trop épais) arrivent, après une immersion de deux ou trois heures, à une longueur invariable. Les tissus sont alors complétement mous et détendus; le résultat est analogue à celui qu'on obtient sur les rameaux desséchés à l'air (phénomène déjà étudié par M. de Vries) mais beaucoup plus complet. Les rameaux ne sont, du reste, point tués par l'expérience, mais peuvent redevenir turgescents par la suite.

Armé de ce moyen d'investigation, M. de Vries a fait une foule d'expériences, dont les résultats généraux concordent avec ceux qu'il avait obtenus dans un travail antérieur (Études sur l'extensibilité des membranes cellulaires dans les « *Arbeiten des botan. Instituts Würzburg* » cahier IV, analysé dans les *Archives*, tome LII, février 1875), et contribuent à confirmer les vues théoriques de M. Sachs sur la croissance. La zone dans laquelle les cellules sont turgescentes coïncide avec celle qui est en

voie d'allongement. En d'autres termes, lorsqu'une cellule a atteint sa longueur définitive, l'équilibre s'établit entre l'élasticité des membranes et l'extensibilité du protoplasma. Le long d'un rameau qui s'allonge, la turgescence est également répartie suivant les lois de la croissance, c'est-à-dire qu'elle atteint son maximum en un certain point, pour aller en diminuant au-dessus et au-dessous.

Dans l'étude de la turgescence et de son rôle dans l'accroissement des cellules, trois points particuliers doivent, d'après M. Carl Kraus[1], fixer l'attention d'une manière spéciale: 1° Les pressions exercées dans une cellule isolée, subissent des modifications dans un ensemble de cellules; 2° Lorsque deux organes sont liés ensemble, les phénomènes de croissances de l'un ne peuvent pas être compris, si l'on ne considère pas l'autre en même temps; 3° La turgescence peut, suivant son intensité, exercer sur un même organe et toutes choses égales d'ailleurs, des actions très-différentes, produire même des phénomènes de croissance opposés. Après avoir établi ces trois propositions, M. Kraus poursuit leur démonstration en passant en revue différents cas de croissance, de courbures dans des conditions extérieures (humidité, lumière, etc.) variables. Je ne puis entrer ici dans le détail de ces raisonnements qui m'entraîneraient trop loin.

M. W. Detmer[2], privat-docent à Iéna, a publié, sur la force ascensionnelle des racines, des études qui, sans présenter de théorie nouvelle sur un phénomène encore mal expliqué, jettent cependant un jour nouveau sur bien des

[1] C. Kraus, Ueber einige Beziehungen des Turgors zu den Wachsthumserscheinungen. *Flora*, 1877, n° 1, 2.

[2] W. Detmer, Beiträge zur Theorie des Wurzeldrucks. (*Samml. physiol. Abhandl. von Preyer*, I, 8. Heft.)

points de détail. Les causes de la force ascensionnelle sont toujours pour M. Detmer ce qu'elles étaient pour Hofmeister, pour M. Sachs, etc. la diffusion, l'endosmose et le degré de résistance des membranes cellulaires à une pression du dedans au dehors. L'auteur a répété en les variant de diverses manières les expériences classiques sur ce sujet faites au moyen d'une cellule artificielle fermée d'un côté par une vessie animale, et de l'autre par du papier parchemin. Les agents extérieurs qui agissent sur l'écoulement de la séve sont en première ligne la température qui, en s'élevant, accentue singulièrement le phénomène. Au moyen d'un appareil ingénieux, permettant de maintenir la température à un même degré pendant assez longtemps, l'auteur a pu fixer entre 25 et 27° le maximum favorable au phénomène qui, d'un autre côté, ne devient guère sensible qu'entre 7° et 9° (sur ce point, les observations sont moins précises). A côté des oscillations thermométriques, la quantité d'eau qui circule dans le sol, la proportion des sels qu'elle tient en dissolution, agissent aussi directement sur l'activité de l'écoulement de la séve.

Comme ses prédécesseurs, M. Detmer a également reconnu une diminution graduelle de la force ascensionnelle à mesure que la végétation avance, que les feuilles se développent, de telle façon qu'en été, bien loin d'exercer une pression, les racines absorbent plutôt l'eau mise à leur portée. Enfin l'existence d'une périodicité dans l'afflux de séve indépendante de toute circonstance extérieure, découverte par Hofmeister a été de nouveau constatée par M. Detmer. Elle n'existe pas chez les plantes très-jeunes à tissus délicats, non plus que chez celles qui sont étiolées, et paraît se lier d'une façon très-intime avec

la tension des tissus et les phénomènes généraux de croissance, soumis tous deux à une périodicité bien marquée.

Dans son mémoire sur le même sujet, M. A. Horvath[1] s'est principalement attaché à étudier les conditions de la circulation de l'eau dans le bois, soit de la tige, soit des racines. De la force ascensionnelle des racines, il n'est question dans ce mémoire que d'une manière indirecte. De l'ensemble des expériences et des observations très-nombreuses qu'il a faites pendant environ deux ans, M. Horvath conclut que le bois à travers lequel a circulé pendant un certain temps un courant d'eau perd peu à peu la faculté de le laisser passer. Le débit quotidien d'un rameau, qu'il soit coupé ou attenant à la tige, diminue graduellement et finit par s'arrêter tout à fait au bout d'une quinzaine de jours d'expériences. Il semblerait, dit l'auteur, que les parois des vaisseaux sont composées d'une substance à la fois poreuse et spongieuse ; à mesure qu'elles absorbent du liquide, les parties spongieuses se dilatent, les pores capillaires diminuent de diamètre, jusqu'au moment où la saturation étant complète et le passage complétement fermé, l'eau cesse de circuler. On peut reproduire un phénomène analogue en remplissant un tube en U de morceaux de gélatine, de gomme, etc., desséchée, et en y faisant passer de l'eau sous une certaine pression. Elle commencera par passer sans difficulté entre les fragments solides, mais à mesure que ceux-ci se dilateront, le mouvement deviendra plus difficile et finira par s'interrompre tout à fait. Appliquant ces faits à la plante vivante, M. Horvath pense qu'ils suffisent pour expliquer

[1] Horvath, Beiträge zur Lehre über die Wurzelkraft. Strasbourg, 1877.

l'affaiblissement graduel de la force ascensionnelle des racines; ce n'est pas celle-ci qui diminue, c'est la perméabilité du bois pour l'eau qui la traverse.

M. A. Pitra [1], professeur à Charcow, a publié un mémoire fort important sur le mouvement de l'eau dans les tiges et sur les pressions dont celles-ci sont le théâtre. La thèse fondamentale qu'il cherche à établir est l'existence d'une pression dans la tige indépendante de la force ascensionnelle des racines, et concourant aussi bien que celle-ci à la répartition de l'eau jusqu'aux plus hautes branches, pression dont l'existence n'avait pas été positivement reconnue jusqu'à aujourd'hui. Ses premières expériences organisées sur un type assez nouveau consistaient à plonger dans l'eau des rameaux feuillés munis à leur extrémité inférieure d'un tube vertical. L'eau absorbée par les feuilles (ce mode d'absorption n'a pas toujours été reconnu) pénètre dans le rameau et soumise à une pression intérieure s'élève jusqu'à une certaine hauteur dans le tube vertical. Ce premier point établi, beaucoup d'expériences comparatives ont été faites montrant que cette pression très-sensible dans le bois est très-faible dans les organes végétatifs, qu'elle varie suivant les saisons et est plus facile à provoquer vers le printemps. Des comparaisons établies entre la force ascensionnelle de la racine, et la pression intérieure de la tige sur des plantes coupées au niveau du sol ont été souvent à l'avantage de la seconde.

M. Pitra considère donc le phénomène des *pleurs* comme résultant de l'effet combiné de la force ascensionnelle de la racine et des pressions intérieures qui règnent dans la

[1] Prof. A. Pitra, Versuche über die Druckkraft der Stammorgane bei den Erscheinungen des Blutens und Thränens der Pflanzen. *Jahrb. von Pringsh.*, XI, p. 436.

plante, ces deux causes étant du reste tout à fait du même ordre et devant être désignées sous le même nom. Elles sont toujours en lutte avec la transpiration, et suivant l'intensité de celle-ci, l'eau renfermée dans les tissus est soumise à une pression positive ou au contraire ceux-ci n'étant plus turgescents, absorbent.

La dernière partie du mémoire de M. Pitra résume toutes ces observations et esquisse à grands traits les phases de la circulation de l'eau. Le rôle de la tension des tissus ne peut pas être encore nettement défini, bien qu'il existe très-probablement. L'imbibition des membranes, les phénomènes d'endosmose d'une cellule à l'autre sont les principales causes de l'ascension. L'auteur explique comment, en tenant compte du contenu des cellules, des points dans lesquels l'eau rencontre moins de résistance, des épaississements des parois, etc., on arrive à comprendre de quelle manière l'eau remplit tout le végétal et ne ressort pas ou presque pas par les racines.

M. le prof. Sachs [1] a publié les résultats d'une série d'expériences sur la porosité du bois, qui feront plus tard le sujet d'un travail étendu. Nous ne ferons que mentionner brièvement les points divers sur lesquels il a successivement porté son attention : 1° Les ponctuations du bois des conifères ont été considérées par quelques auteurs comme ouvertes d'une cellule à l'autre, par d'autres comme fermées. C'est cette dernière opinion que partage M. Sachs après une expérience dans laquelle une émulsion de cinabre a été arrêtée dans les tissus ligneux, l'eau seule traversant jusqu'en bas. 2° Lorsque le bois est parfaitement frais, l'eau parfaitement pure, la résistance de filtration

[1] Jul. Sachs, Ueber die Porosität des Holzes. Sep.-Abdruck aus den *Verhandl. der phys.-med. Gesellsch.* N. F., XI. Bd.

des tissus est très-faible, et la plus petite différence de pression suffit pour déplacer du liquide. Ces expériences sont importantes pour expliquer les mouvements de l'eau pendant la transpiration. 3° L'auteur indique le moyen de calculer (connaissant le poids spécifique du bois sec) la quantité d'air que renferme un fragment de tige ligneuse. Il a aussi refait et vérifié les expériences de M. de Höhnel montrant que dans les vaisseaux l'air est souvent raréfié et peut même, dans certains cas, n'offrir qu'une fraction de la pression atmosphérique. M. de Höhnel avait agi en faisant pénétrer du mercure dans les tiges ; M. Sachs a employé une solution de lithium dont il mesure l'ascension au moyen du spectroscope. Il importe de ne pas confondre ces mouvements brusques avec l'ascension normale de l'eau. 4° Les expériences basées sur la pénétration d'un liquide coloré dans le bois ne donnent pas toujours des résultats positifs. M. Sachs cite des cas dans lesquels certaines couches de tissus ne retiennent pas le principe colorant qui se fixe dans d'autres couches voisines. 5° Il est bien prouvé que le mouvement ascensionnel de l'eau se fait souvent exclusivement dans les parois, le vide intérieur des cellules n'en contenant pas trace. La rapidité de pénétration de l'eau dans les parois (imbibition) est fort différente suivant que celles-ci sont sèches ou déjà humides. Ce fait prouve clairement que l'imbibition n'a rien de commun avec la *capillarité ;* l'eau qui pénètre dans les membranes cellulaires sèches n'y trouve pas les canaux ouverts, elle doit déplacer les molécules resserrées les unes contre les autres et pénétrer entre elles, de là la lenteur de son mouvement. Ces vues théoriques permettent d'expliquer la manière dont se comportent les tissus spongieux tels que ceux des laminaires par exemple,

lorsqu'ils sont désséchés et plongés dans l'eau, l'alcool, etc. M. Sachs trouve plus exact de comparer ces phénomènes à la dissociation des molécules qui accompagne la dissolution d'un liquide dans l'eau qu'à la capillarité d'un corps poreux.

A propos des travaux de M. Glaznow sur la répartition de l'eau dans les tiges ligneuses (analysés dans *Archives* 1877, t. LVIII, p. 260), M. Vesque[1] a étudié les conditions diverses dans lesquelles le bois peut se présenter relativement à l'eau qui le parcourt. D'après la formule de Poiseuille sur l'écoulement des liquides à travers les tubes capillaires, il trouve que la quantité d'eau écoulée à travers un vaisseau sera proportionnelle à la somme de la poussée des racines et de la succion produite par l'évaporation, proportionnelle à la quatrième puissance du diamètre du vaisseau et inversement proportionnelle à sa longueur. En général le diamètre des vaisseaux est tel qu'ils ne permettent que la circulation d'une quantité d'eau voisine de celle que la plante évapore dans le même temps et dans des circonstances ordinaires. D'autre part, le rapport entre la quantité d'eau qui peut s'écouler à travers le corps ligneux à une pression donnée et la quantité d'eau que peuvent renfermer les cavités du bois oscille pour la même espèce dans des limites assez étroites et représente la *réserve respiratoire*. Plus la différence entre ces deux quantités sera petite, moins la plante supportera la sécheresse ; plus au contraire la différence sera grande, plus la plante sera xérophyle. En continuant la discussion des formules de Poiseuille, M. Vesque arrive à établir que la quantité d'eau

[1] J. Vesque, Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure du bois. *Ann. Sc. Nat.*, 1877, III, p. 359.

qui s'écoule à travers un système de vaisseaux dont les sections couvrent exactement un millimètre carré, est inférieure à une quantité proportionnelle à la poussée des racines augmentée de la succion produite par l'évaporation, inversement proportionnelle à la longueur de la tige, inversement proportionnelle au nombre des vaisseaux qu'on peut dessiner dans un millimètre carré. D'après ces données, une plante, pour pouvoir résister à la sécheresse, devra réaliser une des trois conditions suivantes :

a) Avoir la poussée des racines et l'évaporation faible (type des plantes grasses, actées) ;

b) Avoir une tige très-longue (plantes sarmenteuses, grimpantes, lianes) ;

c) Avoir beaucoup de vaisseaux d'un faible diamètre (plantes basses, très-xérophyles, type des éricacées).

M. Vesque a, suivant ces idées, étudié la structure de nombreuses plantes, construit un tableau, dans lequel il donne pour chaque espèce, le nombre des vaisseaux par millimètre carré, la somme des sections des vaisseaux en centièmes de millimètres carrés, la section moyenne de chaque vaisseau et enfin le nombre de vaisseaux qu'il faut pour former un millimètre carré. Ce dernier chiffre est le plus important et donne immédiatement l'idée de la réserve transpiratoire. Revenant aux recherches de M. Glaznow, M. Vesque montre en terminant que les arbres dont le bois est plus humide que l'écorce (*xérophlocés*) sont ceux dont la réserve transpiratoire ne s'épuise jamais ; les arbres dont le bois est plus sec que l'écorce (*hygrophlocés*) sont ceux dont la réserve respiratoire ne dépasse pas une certaine limite ; la troisième catégorie enfin (*amœboxylés*) renferme les arbres dont la réserve transpiratoire très-

grande s'épuise à de certaines époques, de là oscillations dans les rapports entre le bois et l'écorce.

Les diverses questions relatives à la transpiration des végétaux, aux lois physiques qui la régissent, etc., continuent à attirer d'une manière spéciale l'attention des physiologistes. Déjà l'année dernière nous avons signalé plusieurs travaux sur ce sujet et entre autres le mémoire de M. Wiesner qui montre que l'action de la lumière sur la transpiration repose sur la transformation du rayon lumineux en rayon calorifique par la chlorophylle. Cet important travail a été mis à la portée des lecteurs français par une traduction dans les *Annales des Sciences naturelles,* tome IV, p. 145. Dans ce même journal M. J. Vesque[1] a publié une série d'observations sur les rapports entre la température de l'air, la transpiration et l'absorption de l'eau par les racines. D'après les résultats fournis par les expériences de l'auteur, il importe de distinguer dans l'action de la chaleur deux choses différentes : l'effet de chaque température prise en elle-même et considérée comme stationnaire, et les oscillations du thermomètre qui exercent une influence particulière. Un échauffement rapide produit une diminution dans l'absorption, tandis qu'au contraire un abaissement de température l'accélère ; ces modifications portent naturellement sur l'absorption normale correspondant à chaque degré thermométrique. Ce n'est qu'au bout d'un certain temps que l'équilibre s'établit et que l'action normale d'une température élevée se fait sentir. Cette loi a été vérifiée aussi bien dans l'air saturé d'humidité (dans lequel les absorptions sont natu-

[1] Jules Vesque, Sur l'absorption de l'eau par les racines dans ses rapports avec la transpiration. *Ann. Sc. nat.*, 6me série, t. IV, p. 89.

rellement très-faibles) que dans l'air sec. M. Vesque pense qu'elle peut s'expliquer par les changements de volume des gaz contenus dans les tissus de la plante, qui au moment d'une oscillation thermométrique favorisent ou gênent l'entrée de l'eau.

Dans une seconde série d'expériences M. Vesque a étudié l'action de la température de l'atmosphère indépendamment des oscillations. Dans une atmosphère non saturée, l'absorption de l'eau par les racines n'est pas proportionnelle à la température des feuilles. A basse température, elle n'augmente que faiblement à mesure que le thermomètre s'élève, mais à un certain degré fixe pour chaque plante elle augmente rapidement jusqu'à un maximum à partir duquel elle devient stationnaire pour diminuer bientôt lorsque la plante commence à souffrir de la chaleur trop forte. Lorsqu'au contraire les feuilles baignent dans une atmosphère saturée obscure et à l'abri des rayonnements calorifiques, l'absorption de l'eau par les racines est indépendante de leur température; elle est très-variable, inconstante et particulièrement sensible aux oscillations thermométriques. Les rayons calorifiques obscurs dont l'importance avait été déjà signalée par M. Wiesner agissent d'une manière énergique sur la transpiration dans l'air saturé, et produisent sur l'absorption le même effet qu'une élévation de température, les feuilles étant dans l'air sec.

M. le professeur Bœhm[1] a exposé ses vues sur les conditions physiques de l'ascension de l'eau dans les plantes qui transpirent. Sa théorie est en opposition avec l'opinion de beaucoup de physiologistes qui admettent que

[1] Jos. Bœhm, Die Wasserbewegung in transpirirenden Pflanzen. *Landw. Vers.-Stat.*, 1877, XX, 357.

l'ascension de l'eau se fait par l'action combinée de l'endosmose et de l'imbibition dans les parois elles-mêmes ou par une couche liquide très-mince adhérente aux parois. Il pense au contraire que les cellules tout entières jouent un rôle dans le phénomène et que la transpiration est une fonction de l'élasticité des parois et des pressions gazeuses qui règnent dans l'intérieur de la plante. Nous ne pouvons pas nous étendre longuement sur ce mémoire tout à fait théorique et dont l'analyse détaillée nous entraînerait trop loin.

Je ne ferai que signaler le mémoire de M. Burgerstein relatif à l'influence des agents extérieurs sur la transpiration[1]. Il consiste principalement en une revue des travaux faits sur le rôle de la lumière, de la chaleur et l'humidité de l'air, des secousses éprouvées par la plante, des qualités physiques et chimiques du sol, etc., sur la transpiration. Les recherches originales de l'auteur sur l'action des différentes solutions salines ont été analysées dans la Revue de 1876 (*Archives*, t. LVIII, p. 287).

Nous avons également déjà donné dans le même travail (*Archives*, t. LVIII, p. 259) les principaux résultats des recherches de M. Pfitzer sur la rapidité du mouvement de l'eau dans les tiges. Nous n'avons donc pas à nous étendre aujourd'hui sur le mémoire complet[2] que nous avons sous les yeux. Il renferme le compte rendu détaillé des deux méthodes employées : relèvement par l'eau absorbée des feuilles fanées, et circulation dans les tissus d'une solution de sels de lithium retrouvés ensuite par l'a-

[1] A. Burgerstein, Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen auf die Transpiration der Pflanzen. *Jahresber. des Obergymn. in Wien*, 1876.

[2] E. Pfitzer, Ueber die Geschwindigkeit der Wasserströmung in der Pflanze. *Pringsh. Jahrbücher*, XI, p. 177.

nalyse spectrale. De nombreuses expériences ont été faites par ces deux voies. En terminant, l'auteur recommande encore l'emploi des solutions d'indigo carmin qui colorent les tissus en bleu, n'ont aucun effet fâcheux et donnent à l'observation directe de bons résultats.

MM. Caruel et A. Mori[1] ont, par des pesées exactes, montré une absorption d'eau par les feuilles de diverses plantes, lorsque le vase étant bien sec, on submergeait les feuilles. Les mêmes observateurs ont réussi en employant les mêmes méthodes, à constater une légère augmentation de poids due à l'absorption de la rosée.

M. le professeur Bœhm[2] a démontré expérimentalement le même phénomène en rendant à des feuilles fanées leur turgescence par simple immersion. Lorsqu'on expérimente sur les feuilles opposées, on peut même entretenir la fraîcheur de l'une d'elles en plongeant sa voisine dans l'eau ou remplaçant l'eau par une solution calcaire. M. Bœhm a fait ainsi pénétrer dans la plante des sels de chaux et réveillé de cette façon la végétation languissante de jeunes plantes de haricots qui se développaient dans l'eau distillée.

Dans les études relatives aux migrations des principes nutritifs à travers les tissus végétaux, une des questions les moins éclaircies est celle qui a rapport au protoplasme. C'est cependant, ainsi que le fait remarquer M. Max. Cornu[3], un point d'une grande importance, par rapport

[1] P. Caruel et A. Mori, Esperimenti sull' assorbimento dell' acqua per le foglie. *Nuov. Giorn. Bot.*, IX, 2, p. 147.

[2] Jos. Bœhm, Uber die Aufnahme von Wasser und Kalksalzen durch die Blätter. *Bot. Zeit.*, 1877, nº 7, p. 112 et *Landw. Vers.-Stat.*, 1877, XX, p. 51.

[3] Max. Cornu, Sur le cheminement du plasma au travers des membranes vivantes non perforées. *Comptes rendus*, 1877, 15 janv., vol. LXXXIV, p. 133.

au développement des cellules et surtout à la fécondation. S'il était prouvé que le protoplasme peut sous l'influence de la nutrition se dissoudre pour passer d'une cellule à l'autre, bien des phénomènes seraient en voie d'être expliqués. M. Cornu esquisse le développement des macroconidies d'un champignon du genre Nectria (Mucédinée) ; d'après ses observations, la conidie formée de 5 ou 6 articles, produit à une de ses extrémités un mamelon (macroconidie) qui se renfle, prend la forme sphérique et s'isole par une cloison. Il se remplit petit à petit d'un contenu dense et granuleux ; en même temps le plasma de la conidie primitive devient de plus en plus clair ; il se creuse de vacuoles et finalement il ne reste plus de la spore primitive qu'une membrane vide et flasque. L'auteur de cette note pense donc que le plasma a traversé pour se rendre dans la macroconidie, les quatre ou cinq cloisons de la conidie primitive, cloisons qui restent jusqu'au bout parfaitement intactes sans se résorber ni se perforer. Ce fait a acquis, au point de vue théorique, une grande importance.

Les causes directes de la déhiscence des anthéridies, sporanges, etc., n'ont jamais été indiquées d'une manière pleinement satisfaisante. M. Thuret et d'autres observateurs avaient remarqué que cette déhiscence se produit en général le matin, d'autant plus vite que le soleil est plus vif, et qu'elle peut être retardée par un temps sombre. Mais cela peut tenir à des causes bien diverses. M. Max. Cornu[1] a donné de ce phénomène une explication fort ingénieuse. Il attribue la mise en liberté des corpuscules

[1] Max Cornu, Causes qui déterminent la mise en liberté des corps agiles chez les végétaux inférieurs. *Comptes Rendus*, 1877, 5 nov., v. LXXXV, p. 860.

agiles à l'énergie que leur donne l'absorption de l'oxygène ; c'est par suite d'une activité propre du protoplasma dépourvu de membrane et malgré cela capable d'utiliser l'oxygène, que la paroi est perforée. Ainsi s'explique l'ouverture brusque des anthéridies et des sporanges dans différents cas : sous l'influence des rayons solaires qui amènent un dégagement d'oxygène dans les cellules à chlorophylle et lorsqu'on change l'eau d'une culture en vase clos dans laquelle l'oxygène a été employé par la respiration. Ainsi s'explique aussi l'influence de la chaleur qui de même qu'elle accélère les courants protoplasmiques active les mouvements des zoospores et facilite leur sortie.

§ 2. *Phénomènes généraux de croissance.*

Liste des mémoires analysés.

Askenasy, E. La période annuelle des bourgeons. — Baranetzky. Périodicité dans l'allongement des entre-nœuds. — Bœhm, Jos. Relations entre le développement des racines et la grandeur des feuilles. — Candolle, C. de. Observations sur l'enroulement des vrilles. — Kny. Déplacement vertical des bourgeons axillaires. — Kny. Inégalité dans l'épaississement des rameaux et des racines. — Kny. Dédoublement artificiel des faisceaux ligneux dans les tiges dicotylédones. — Kraus, C. Direction des rameaux non verticaux. — Leitgeb. Bilatéralité du prothallium des fougères. — Müller, N. C. Développement de la couronne feuillée des arbres. — Perseke, K. Changements de forme des racines dans la terre et dans l'eau. — Resa, T. Périodicité dans le développement des racines. — Rodier, E. Mouvements spontanés du Ceratophyllum demersum. — Stebler, F.-G. Recherches sur la croissance des feuilles. — Vries, H. de. Épinastie longitudinale.

M. E. Askenasy[1] a poursuivi pendant trois ans, dans le jardin botanique d'Heidelberg, une série de recherches sur la période annuelle des bourgeons, dont les résultats

[1] E. Askenasy, Ueber die jährliche Periode der Knospen. *Bot. Zeit.*, 1877, n° 50-52.

fort intéressants sont consignés dans les derniers numéros de la *Botanische Zeitung* de 1877. L'auteur a choisi des boutons à fleurs du cerisier qui ont l'avantage de fleurir avant le complet épanouissement des feuilles et chez lesquels les résultats ne sont donc pas modifiés par l'assimilation de la nouvelle période de végétation. Pour avoir des moyennes exactes, il a toujours pris au moins cent bourgeons à la fois et a procédé par des pesées de bourgeons frais et desséchés et par mensurations des différentes parties de la fleur. Des tabelles ainsi établies, il résulte que le développement du bourgeon depuis sa première apparition à l'aisselle de la jeune feuille jusqu'à l'épanouissement de la fleur se divise en trois phases bien caractérisées : 1° Une phase de développement lent et graduel pendant les mois d'été et jusqu'à la fin d'octobre. 2° Une phase de repos durant trois mois environ de novembre à janvier. 3° Une phase de développement très-actif qui va toujours en s'accélérant pour atteindre son maximum dans les derniers jours avant l'épanouissement.

Ce mode de développement (vérifié aussi par des recherches sur l'augmentation en poids de la matière sèche) correspond tout à fait à la *grande période de croissance* signalée par M. Sachs, seulement ici la branche descendante de la courbe limitée aux derniers moments avant l'épanouissement est très-courte. M. Askenasy a porté spécialement son attention sur le rôle de la température dans ces phénomènes et il n'a pas pu constater d'influence marquée pendant les deux premières périodes. Quelles qu'aient été les conditions climatériques de l'été, le poids et la longueur des bourgeons étaient les mêmes à l'entrée de l'automne, et quant à la seconde période, le froid est

bien plus vif lorsqu'elle prend fin (février) qu'à son début. Il en est tout autrement de la troisième phase, la température agit très-directement sur l'époque de l'épanouissement des fleurs. On s'en assure aisément en comparant les dates de plusieurs années successives; sur une seule année, les oscillations thermométriques ne suffisent pas pour interrompre le mouvement énergique de la grande période de croissance.

Enfin l'auteur a fait quelques expériences sur l'accélération du développement des bourgeons obtenue en les soumettant à une température élevée pendant les mois d'hiver. Les résultats constatés, très-variables suivant la période de l'hiver à laquelle l'expérience commence, démontrent clairement l'existence d'un travail dans l'intérieur de la plante pendant la période du repos. Des bourgeons mis en serre à la fin d'octobre ne se développent pas; ceux mis le 14 décembre s'épanouissent en 27 jours et le 14 janvier en 14 jours. Tous offraient cependant les mêmes dimensions et le même aspect extérieur. Il est probable que ce travail consiste en modifications chimiques qui préparent les principes nutritifs (amidon, etc.) à leurs transformations ultérieures; peut-être une substance analogue à la diastase fait-elle son apparition sur les tissus.

Enfin dans une dernière partie consacrée à l'influence du climat sur la végétation des arbres, l'auteur s'élève contre la méthode des sommes de température appliquée aux recherches de cet ordre et préconise un système d'expérience directe qui ne nous paraît pas fait pour donner des résultats beaucoup plus satisfaisants,

Dans une note préliminaire peu développée, M. Baranetzky [1] a exposé les résultats de ses recherches sur la

[1] J. Baranetzky, Die selbständige tägliche Periodicität im Längenwachsthum der Internodien. *Bot. Zeit.*, 1877, n° 40.

périodicité de l'allongement des entre-nœuds. Les observations faites jusqu'à présent sur ce sujet, en particulier par M. Sachs, avaient laissé planer une certaine incertitude sur l'action de la lumière dans ce phénomène. De ses recherches faites sur la Gessneria tubiflora, M. Baranetzky conclut que la périodicité n'est pas liée à l'*action directe et immédiate* de la lumière, mais que celle-ci joue un rôle *médiat et indirect* dont la nature ne peut être encore exactement indiquée. L'auteur pense que peut-être il rentre dans l'ordre des faits d'irritabilité.

Dans sa thèse inaugurale, M. Perseke[1] a examiné les différentes modifications que subissent les racines suivant le milieu dans lequel elles se développent, modifications qui atteignent soit leur forme extérieure, soit les différentes couches de tissus dont elles sont formées. De ces recherches plutôt morphologiques, ressort au point de vue physiologique, la difficulté de l'adaptation de la racine à des conditions d'existence différentes de celles au milieu desquelles elle s'est développée. C'est ainsi que des racines développées dans l'air saturé de vapeur ou dans le sol, périssent lorsqu'on les transporte dans l'eau, à cause de l'excès de liquide qu'elles absorbent. Les racines qui, au contraire, ont cru dans l'eau, et dont l'organisation intérieure est destinée à lutter contre l'excès d'humidité, ne peuvent vivre dans le sol. Les mêmes lois et les mêmes différences peuvent être constatées dans la comparaison des racines de plantes terrestres et aquatiques.

M. F. Resa[2] a observé dans la croissance des racines une périodicité qui ne coïncide pas avec la périodicité du

[1] K. Perseke, Ueber die Formveränderung der Wurzel in Erde und Wasser. Leipzig, 1877.

[2] F. Resa, Ueber die Periode der Wurzelbildung. Inauguraldissertation, Bonn, 1877.

développement des organes aériens. Chez les arbres à feuilles caduques observés, il y a en automne, après la fin de la période de végétation, un développement particulier des racines qui se continue plus ou moins longtemps et n'est que ralenti, mais pas interrompu par l'hiver. Chez les conifères, au contraire, les mois d'hiver séparent nettement la croissance automnale de la croissance printanière.

Cette périodicité ne dépend pas exclusivement des circonstances atmosphériques, mais offre plutôt les caractères d'une qualité inhérente à la plante elle-même.

Des expériences directes faites soit dans des solutions salines diverses, soit en enlevant une partie des radicelles ont permis à M. Bœhm[1] de constater la relation directe qui existe entre le développement des racines, la longueur de la tige et la grandeur des feuilles; résultat qui est du reste conforme à toutes les lois générales de la nutrition des plantes.

M. F.-G. Stebler[2] a étudié en grands détails le mode de croissance des feuilles monocotylédones et dicotylédones (*Allium Cepa, Secale cereale, Triticum vulgare, Cucurbita melanosperma*). Il a donné lui-même le résumé suivant de ses recherches :

1° De même que les autres parties du végétal, la feuille s'accroît d'abord lentement, puis plus vite jusqu'à son maximum, puis elle se ralentit jusqu'au point d'arrêt (grande période).

2° La croissance des feuilles linéaires des plantes mo-

[1] Jos. Bœhm, Beziehung zwischen Wurzelentwickelung und Blattgrösse. *Bot. Zeit.*, 1877, n° 3.

[2] F.-G. Stebler, Untersuchungen über das Blattwachsthum. *Pringsh. Jahrb.*, XI, p. 47.

nocotylédones est basipète. C'est le sommet qui atteint le premier ses dimensions définitives auxquelles n'arrive qu'en dernière ligne la zone basilaire. C'est cette dernière qui en tout s'allonge le plus, mais le maximum d'activité à un moment donné change constamment de niveau et chemine du sommet vers la base. Chaque zone considérée individuellement a, comme la feuille entière, une grande période de croissance.

3° Les feuilles monocotylédones exposées à l'alternance du jour et de la nuit, présentent en outre une période journalière de croissance : l'activité du phénomène chemine parallèlement avec l'intensité lumineuse, augmente et diminue avec elle. Le maximum de croissance coïncide avec les heures les plus claires du jour et le minimum tombe un peu avant le lever du soleil.

4° La cause de cette périodicité doit être cherchée dans l'assimilation. La croissance s'accélère lorsque celle-ci augmente, et se ralentit lorsqu'elle diminue.

5° La même périodicité se manifeste chez les feuilles étiolées, maintenues dans une obscurité constante ; ici c'est un fait d'hérédité.

6° Chez les feuilles de plantes dicotylédones, la période quotidienne se modifie quelque peu : au maximum qui correspond aux heures de la matinée succède un ralentissement graduel, qui se prolonge jusqu'au lendemain matin au lever du jour, la croissance s'accélère rapidement et ne tarde pas à atteindre de nouveau son maximum. Dans les jours où la lumière est faible, celui-ci n'arrive que plus tard.

7° Le maximum de croissance des feuilles dicotylédones est encore dû à l'assimilation ; le ralentissement qui lui succède est un effet de la lumière.

8° D'après les recherches de M. Sachs, la période journalière des entre-nœuds est la même que celle des feuilles dicotylédones.

9° Quant à la comparaison avec la période des racines on n'en peut encore rien dire.

Dans son traité général de morphologie végétale, Hofmeister attribue à la pesanteur seule les inégalités d'épaississement entre les deux côtés des tiges ligneuses, ou, en d'autres termes, l'excentricité de la moelle. M. le professeur Kny[1] a passé en revue toutes les circonstances qui peuvent agir sur ce phénomène et qui montrent d'un côté que la pesanteur ne peut pas être seule en cause dans ce cas, et d'un autre côté que les rameaux feuillés sont un sujet d'études peu favorables comparés aux racines. Voici, brièvement résumées, les causes d'inégalité de croissance dans les rameaux obliques ou horizontaux qu'énumère M. Kny.

1° L'action de la lumière, de la chaleur solaire, du rayonnement nocturne, de l'humidité etc., très-différente à la face supérieure, et inférieure d'un rameau. 2° L'action indirecte des mêmes agents, modifiée par la position du rameau ou de l'arbre lui-même dans un terrain découvert, ombragé, plat, etc. ; leur effet également indirect sur la pression que les couches extérieures exercent sur le cambium. L'importance de ce dernier point ressort des travaux récents de M. Hugo de Vries. 3° La répartition des feuilles qui fournissent d'éléments plastiques, les portions et rameaux les plus voisines, et

[1] Prof. Kny, Dickenwachsthum des Holzkörpers an beblätterten Sprossen und Wurzeln ; seine Abhängigkeit von Schwerkraft, Druck, etc. *Sitzber. der naturf. Gesellsch.* Berlin, 20 nov. 1877; *Bot. Zeit.*, 1877, n° 26-29.

leur insertion avant les plus éloignées. 4° Les torsions naturelles que beaucoup de rameaux exécutent, pendant leur développement, autour de leur axe. 5° L'organisation bilatérale, beaucoup plus commune dans les rameaux que ne l'ont cru plusieurs observateurs.

Le même auteur [1], en étudiant la position des bourgeons axillaires sur les rameaux latéraux de différents arbres, a vu que souvent ils ne restent pas exactement en face de l'aisselle de la feuille protectrice, mais se déjettent plus ou moins dans la direction du zénith. Ce phénomène avait été déjà étudié par Hofmeister qui l'attribuait uniquement à l'action de la pesanteur, sous l'influence de laquelle la face supérieure des organes s'épaississait davantage. M. Kny ne partage pas cette manière de voir et pense encore avoir affaire ici à une organisation bilatérale à peu près indépendante de la pesanteur.

Le même auteur [2] a signalé dans les tiges de diverses plantes dicotylédones, la production de faisceaux ligneux secondaires obtenue au moyen de blessures infligées aux jeunes entre-nœuds au-dessous du point de végétation. Le développement du rameau se poursuit dans des conditions normales ; autour de la blessure se produit un cambium se reliant des deux côtés au cambium des faisceaux de l'entre-nœud et produisant à l'intérieur des éléments ligneux, à l'extérieur des éléments corticaux. Cette brève communication n'est qu'une introduction à un travail

[1] Prof. Kny, Zenithwärts gerichtete Verschiebung der Achselknospen an den Seitenzweigen mehrerer Holzgewächse und die Beziehung dieser Erscheinung zur Schwerkraft. *Sitzber. der Gesellsch. naturf.* Berlin, 16. Juli 1876; *Bot. Zeit.*, 1877, N° 7.

[2] Prof. Kny, Künstliche Verdoppelung des Leitbündel-Kreises im Stamme der Dicotyledonen. *Sitzungsber. der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin*, 29 Juli 1877.

plus étendu sur l'effet des substances étrangères introduites dans les tissus.

Je ne mentionnerai qu'en passant, et pour être complet, la discussion qui s'est élevée entre MM. Carl Kraus[1] et Hugo de Vries[2] sur la question de la bilatéralité des rameaux. Le premier de ces auteurs cherche à établir que dans tous les cas l'humidité, la lumière, etc., suffisent pour expliquer la direction des rameaux; le second maintient ce qu'il a montré dans un mémoire inséré dans les « Arbeiten des bot. Ins. Würzburg, » c'est que certains phénomènes d'épinastie et d'hyponastie sont tout à fait indépendants des circonstances externes, et reposent sur des causes internes. Les organes bilatéraux sont donc bilatéraux, non-seulement au point de vue morphologique, mais aussi au point de vue physiologique.

Le dernier volume des « Recherches botaniques, » de M. J.-N.-C. Müller[3] renferme des recherches sur le développement de la couronne des arbres forestiers, morphologie générale des rameaux, avortements réguliers d'une partie d'entre eux; rôle de la lumière, de la pesanteur dans le développement du bois, mouvements de l'eau dans la couronne feuillée des arbres.

M. Cas. de Candolle[4] a étudié ici même les conditions diverses d'enroulement des vrilles à hélices alternantes. Il a montré que leur structure anatomique les obligeait à s'enrouler sur leur face inférieure; toutes ont d'ailleurs la

[1] Carl Kraus, Ursachen der Wachsthumrichtung nicht vertikaler Sprosse. *Flora*, 1877, N° 17.

[2] Hugo de Vries, Longitudinale Epinastie. *Flora*, 1877, N° 25.

[3] N. C. Müller, Botanische Untersuchungen ; VI. Beiträge zur Entwickelung der Baumkrone. Heidelberg, 1877, 150 p.

[4] C. de Candolle, Observations sur l'enroulement des vrilles. *Archives*, LVIII, 5.

faculté de s'enrouler dans un sens uniforme lorsque leurs extrémités sont libres, et le sens de cette spire unique peut varier; il est toujours de gauche à droite (chez la bryone, sujet principal de ses recherches) lorsque la vrille est fixée à la plante, mais il peut être aussi de droite à gauche lorsque la vrille vient à être isolée; rien dans la structure de l'organe ne s'oppose à ce changement. Ceci posé, l'alternance des hélices chez les vrilles fixées aux deux extrémités s'explique aisément par les motifs d'un ordre purement mécanique. Un enroulement uniforme sur la face inférieure concave amènerait forcément la torsion et finalement la rupture des tissus. On peut s'en assurer aisément en essayant d'enrouler un ruban fixé aux deux extrémités autour d'une baguette.

M. Leitgeb[1] a fait connaître une expérience qui semble montrer que la bilatéralité des prothallium de fougères est entièrement due à l'influence de la lumière. Les poils adiculaires et les organes reproducteurs se développent toujours à la face inférieure du prothallium ; mais si l'on organise l'éclairage de manière à ce que le prothallium croisse verticalement, on peut, en éclairant alternativement les deux faces, provoquer le développement des organes reproducteurs tantôt d'un côté, tantôt de l'autre; ils sont toujours sur la face la moins éclairée.

M. E. Rodier[2] a signalé sur le *Ceratophyllum demersum* des mouvements alternatifs et réguliers de flexion et de redressement qui n'avaient été jusqu'à présent remarqués par aucun observateur. D'après M. Rodier, les jeunes

[1] H. Leitgeb, Ueber Bilateralität der Prothallien. *Flora*, 1877, N° 11.

[2] E. Rodier, Mouvements spontanés et réguliers du Ceratophyllum demersum. *Comptes Rendus*, 30 avril 1871, LXXXIV, p. 961.

rameaux verticaux au sein du liquide qui les environne se recourbent dans leur partie supérieure pendant quelques heures, puis se redressent pour se recourber bientôt en sens inverse, la durée totale d'une évolution étant d'environ 26 heures. Le mouvement de flexion chemine le long du rameau de haut en bas, en s'amoindrissant à mesure qu'il approche d'entre-nœuds plus âgés, tandis que le mouvement de redressement chemine de bas en haut. Ces mouvements ne paraissent nullement influencés par la lumière. M. Rodier signale également sur les rameaux de Ceratophyllum, un mouvement de torsion, sur lequel toutefois il ne peut pas encore donner de détails.

§ 3. *Influence de la lumière et de la température sur la végétation.*

Liste des mémoires analysés.

Brefeld, O. Rôle de la lumière dans le développement des champignons. — Breitenlohr et Bœhm. La température des arbres en relation avec les circonstances extérieures. — Just, L. Action de températures élevées sur la capacité des graines à germer. — Kny. Mesure de la profondeur à laquelle la lumière pénètre dans l'eau de mer. — Leitgeb, H. Influence de la lumière sur la germination des spores d'hépatiques. — Rauwenhoff. Causes des formes anomales des plantes étiolées. — Timiriazeff, C. Décomposition de l'acide carbonique dans le spectre solaire par les parties vertes des végétaux.

M. Rauwenhoff[1] a présenté à l'Académie royale d'Amsterdam un travail important sur les causes des changements de forme des plantes étiolées. En voici les conclusions telles qu'elles ont été reproduites dans la Botanische Zeitung : 1° L'allongement anomal des tiges élevées dans l'obscurité dérive, ainsi que l'a établi M. Kraus, d'une

[1] Rauwenhoff, Ursachen der abnormen Formen im Dunkeln wachsender Pflanzen. *Bot. Zeit.*, 1877, N° 16.

croissance exagérée de la moelle combinée avec un développement incomplet des éléments fibro-vasculaires. L'auteur l'a vérifié par les mesures directes sur beaucoup de plantes. Mais ce facteur n'est pas seul en jeu : il faut encore faire intervenir l'action directe du parenchyme (grundgewebe) jeune, puisque les tiges creuses s'allongent aussi, ainsi que l'écorce. Le développement anomal du parenchyme peut aussi dans certains cas provoquer un épaississement de la tige. Le rapport qu'a indiqué M. Famintzin entre la longueur de la tige et celle de la racine n'est pas réel. Il n'existe que dans les jours qui suivent la germination lorsque le corps hypocotylé et la racine primordiale, puisent ensemble dans le même réservoir les principes nutritifs.

La position verticale des tiges étiolées doit être considérée comme dérivant d'un géotropisme négatif qui n'est pas contrarié par l'héliotropisme, un des facteurs les plus importants de la direction que prennent les parties vertes des plantes, et qui, au contraire est facilité par le peu d'épaississement des cellules.

Les changements qu'éprouvent les feuilles de graminées, d'autres plantes qui dans l'obscurité s'allongent en devenant plus étroites, de même que ceux des pétioles sont comparables à ceux de la tige tant pour la direction que pour le faible développement des faisceaux vasculaires. Quant aux feuilles de plantes dicotylédones qui restent en général très-petites dans l'obscurité, les différentes théories émises à ce sujet par MM. Kraus, Batalin ne sont pas suffisantes. Les feuilles ne peuvent pas pour sortir du bourgeon se nourrir elles-mêmes par leur assimilation propre. Il ne faut pas comparer les feuilles étiolées à celles qui viennent de sortir du bourgeon ; elles

sont plus grandes, leurs tissus sont altérés, le parenchyme spongieux en particulier est anomal ou manque tout à fait. L'arrêt de développement de ces feuilles ne peut pas, d'après l'auteur, être expliqué d'une manière tout à fait satisfaisante : c'est un phénomène pathologique qui dérive en partie de l'assimilation insuffisante, en partie d'actions chimiques et physiques mal connues qui agissent sur la croissance. C'est à ces actions qu'il faut attribuer la mort fréquente dans l'obscurité des cotylédons encore pleins de principes nutritifs. Un des meilleurs moyens de les définir serait une série de recherches comparatives chimiques et physiologiques sur les plantes étiolées vertes.

M. Leitgeb[1] a esquissé comme suit le rôle de la lumière dans la germination des spores d'hépatiques. Cet acte se subdivise en deux parties distinctes : le spore émet d'abord un tube germinatif d'une certaine longueur, puis à l'extrémité de celui-ci se développe un corps cellulaire de forme discoïdale. La germination ne s'effectue que sous l'influence d'une lumière suffisamment intense. Le degré nécessaire au tube germinatif n'est pas suffisant pour le corps cellulaire et dans ce cas, le tube s'allonge anomalement, puis périt. Il se dirige toujours du côté de la lumière et le disque cellulaire se développe perpendiculairement à la direction des rayons incidents. Celui-ci n'a aucune bilatéralité et c'est uniquement la lumière qui décide quel côté deviendra la face supérieure de la jeune plante.

M. Brefeld[2] a communiqué à la Société des naturalistes

[1] H. Leitgeb, Keimung der Lebermoossporen in ihrer Beziehung zum Lichte. *Sitzber. der k. Akad. der Wissensch. Wien.* LXXIV, 1876, octobre. et *Bot. Zeit.*, 1877, 22.

[2] O. Brefeld, Bedeutung des Lichtes für die Entwickelung der Pilze. *Bot. Zeit.*, 1877, N° 24 et 25.

de Berlin, des recherches nouvelles sur le rôle de la lumière dans la végétation des champignons. Ses expériences tendent à montrer que bien qu'influencés à divers degrés, ces végétaux ne peuvent pas parcourir le cycle entier de leur développement normal lorsqu'ils sont soustraits à l'influence des rayons lumineux. Dans les cultures artificielles de *Philobolus microsporus* dans l'obscurité, le réceptacle fructifère apparaît normalement, mais le pédicelle seul s'allonge démesurément (atteignant 8-10 pouces au lieu d'un demi-pouce), le sporange ne se développe pas et la plante périt sans avoir fructifié. Chez le *Coprinus stercorarius* les choses se passent un peu différemment. Les sclérotes qui se forment ici entre le mycélium proprement dit et l'organe fructifère, se développent dans l'obscurité; mais de nouveau le pédicelle s'allonge d'une manière anomale, et le chapeau avorte. De nouvelles générations de réceptacles fructifères prennent naissance à la base des premiers, puis subissent le même sort. Quelquefois de nouvelles sclérotes se développent à leur tour. Chez le *Coprinuse phemerus* enfin, le chapeau se développe mais ne produit pas de spores.

M. Timiriazeff [1] a reproduit dans une note communiquée à l'Académie des sciences de Paris le résultat de ses recherches sur la décomposition de l'acide carbonique par le spectre solaire, tel qu'il l'avait déjà exposé dans le bulletin du Congrès botanique de Florence. Nous n'avons donc pas à revenir sur ces recherches que nous avons analysées l'an dernier [2] (Voyez *Archives*, t. LVIII, p. 270).

[1] C. Timiriazeff, Décomposition de l'acide carbonique dans le spectre solaire par les parties vertes des végétaux. *Comptes Rendus*, LXXXIV, p. 1236 (27 mai 1877).

[2] Un travail étendu du même auteur sur ce sujet a paru dans les *Ann. de Chimie et Physique*. Novembre, 1877.

M. le prof. Kny[1] a indiqué à la Société des naturalistes de Berlin, deux méthodes pour l'étude de la profondeur à laquelle les rayons lumineux pénètrent dans l'eau de la mer. L'une repose sur l'emploi d'une boîte à plaque de verre et à couvercle mobile renfermant du papier photographique et un tube rempli d'eau dans lequel se trouve une plante aquatique verte en pleine végétation et des quantités connues d'acide carbonique et d'oxygène. La boîte est descendue à la profondeur voulue et laissée ouverte un certain temps. Le changement de couleur du papier photographique et la quantité d'acide carbonique décomposé montrent si ce sont les rayons les plus ou les moins réfrangibles qui pénètrent le plus profondément. L'autre méthode consiste à mettre dans la boîte une lampe électrique, à la plonger à une certaine profondeur et à étudier au moyen du spectroscope les rayons lumineux qui arrivent à la surface.

M. le Dr T. Breitenlohner[2] a présenté à l'Académie des sciences de Vienne, un travail fait en collaboration avec M. Bœhm sur la température des arbres, dont voici le résumé. La température intérieure d'un arbre est, pendant la transpiration, l'expression combinée de celles du sol et de l'air, la première pénétrant longitudinalement et la seconde transversalement. C'est la séve ascendante qui amène dans le végétal la température du sol et lorsque celle-ci s'abaisse, l'arbre se refroidit. Cette influence de la température du sol moins grande à mesure qu'on s'élève

[1] Kny, Methoden zur Messung der Tiefe bis zu welcher Lichtstrahlen verschiedener Intensität und Brechbarkeit in das Meerwasser eindringen. Sep.-Abdr. aus *Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin*, 16 Oct. 1877.

[2] Breitenlohner und Jos. Bœhm, Die Baumtemperatur in ihrer Abhängigkeit von äusseren Einflüssen. *Bot. Zeit.*, 1877, N° 26.

le long de l'arbre ou qu'on s'approche de sa périphérie est aussi modifiée par la chaleur solaire qui pénètre transversalement et qui se fait sentir avec d'autant plus d'énergie que le tronc est plus mince. En résumé la partie inférieure de la plante est placée tout à fait dans la dépendance de la température du sol qui se fait sentir jusque dans les branches. Lorsque la transpiration est nulle et par conséquent l'ascension de la sève arrêtée, c'est la température de l'air qui règle celle de l'arbre tout entier.

M. le Dr Just [1] a fait sur l'influence de températures élevées sur la faculté germinative des graines de nombreuses expériences dont les résultats généraux ne s'écartent pas des données connues par les travaux antérieurs. Les graines d'orge et d'avoine employées dans ces recherches étaient placées d'abord dans un thermostat où elles subissaient pendant un temps plus ou moins long l'influence d'une certaine température dans l'air sec, saturé de vapeur d'eau, dans l'eau, etc. Elles étaient ensuite transportées dans les appareils à germination de Nobbe où elles se développaient dans des conditions normales. L'avoine est plus résistante que l'orge, mais on ne peut pas pour chaque espèce fixer un maximum absolu; l'individualité des graines entraîne des oscillations. D'une manière générale, ainsi que cela est déjà connu, les graines supportent d'autant mieux une température élevée qu'elles sont plus sèches. Gorgées d'eau, elles ne résistent pas beaucoup mieux que les tiges, les feuilles, etc. Par conséquent ce sont les graines plongées dans l'eau qui ont supporté le moins bien les hautes températures, ensuite celles qui

[1] Dr L. Just. Einwirkung höherer Temperaturen auf die Erhaltung der Keimfähigkeit der Samen. — *Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, vol. II, cahier 3, p. 311.

étaient dans l'air saturé, et enfin celles qui étaient dans l'air sec et qui surtout avaient été desséchées auparavant artificiellement. Parmi ces dernières, 36 °/₀ des graines d'avoine exposées pendant 3 heures à une température de 122° C., germèrent encore. L'effet fâcheux des températures élevées se fait sentir, en résumé, dans les points suivants : le commencement de la germination est retardé ; la durée absolue de la germination (jusqu'au moment où la dernière graine lève encore) de même que sa durée moyenne est allongée ; le maximum de graines germant à la fois se manifeste toujours plus tard et moins clairement ; enfin la proportion des graines qui germent diminue.

§ 4. *Plantes insectivores.*

Liste des mémoires analysés.

Batalin, A. Mécanique des mouvements des plantes insectivores. — Darwin, Francis. Expériences sur les plantes insectivores. — Darwin, Francis. Production de filaments protoplasmiques sur les poils glanduleux des feuilles de Dipsacus sylvestris. — Kramer, C. Des plantes insectivores. — Penzig, O. Recherches sur le Drosophyllum lusitanicum. — Pfeffer, W. La nutrition des plantes insectivores. — Vinet, S.-H. Le ferment digestif des Nepenthes.

Dans le mémoire fort intéressant qu'il a consacré aux plantes insectivores, M. W. Pfeffer[1] s'est uniquement occupé du côté théorique de la question de leur nutrition. La digestion et l'absorption d'insectes par les feuilles constitue-t-elle un cas spécial et exceptionnel dans le règne végétal ? Cette question a déjà été résolue négativement par différents auteurs et entre autres par M. Sachs. M. Pfeffer

[1] Dr W. Pfeffer, Ueber fleischfressende Pflanzen und über die Ernährung durch Aufnahme organischer Stoffe überhaupt. Separ.-Abdr. aus *Landw. Jahrbücher*, von Thiel u. Nathusius, 1877.

l'a reprise sous toutes ses faces et cherche à montrer l'importance qu'il faut accorder dans cette étude aux cas de végétaux vivant entièrement ou partiellement de matières organisées: champignons parasites, phanérogames saprophytes, phanérogames parasites avec ou sans chlorophylle. Toutes ces plantes forment une série dont un terme extrême est fourni par les champignons qui sont complètement dépourvus de la faculté de créer de la matière organique, et l'autre par les parasites à chlorophylle qui comme certaines espèces de la famille des Rhinantacées, possèdent tous les organes nécessaires, feuilles, racines, etc., pour mener une vie indépendante, et qui malgré cela développent des suçoirs qui pénètrent dans les tissus d'autres plantes. Le cas des plantes insectivores est tout à fait analogue et pour elles la capture des insectes serait un mode de nutrition non pas indispensable, mais facultatif. Voici, du reste, les derniers mots du mémoire de M. Pfeffer qui peuvent être regardés comme sa conclusion générale : « Le mode d'absorption des matières organiques par les végétaux est loin d'être expliqué dans tous ses détails; néanmoins nous pouvons dans une foule de cas constater l'existence d'une action exercée par la plante absorbante sur les matières organiques pour les rendre solubles. Ce n'est que chez les plantes insectivores qu'on peut rapporter avec certitude ce phénomène à la sécrétion d'un ferment, d'un acide; tout porte à croire cependant que les cas analogues sont nombreux. Si nous n'envisageons que le but de la capture des insectes, et que nous pensions en même temps aux champignons qui vivent de matières animales, l'absorption de substances organiques par les plantes carnivores ne nous frappera plus que comme un cas spécial dans une loi générale. Dès

longtemps on sait que des matières incorporées dans l'organisme animal, peuvent passer directement dans l'organisme végétal (champignons, plantes saprophytes). Ce fait ne dérange pas l'équilibre général établi sur le globe, d'après lequel la production de la matière organique dépend entièrement de l'action de la lumière sur l'acide carbonique et sur l'eau dans les plantes vertes ; une particule organisée peut fort bien faire alternativement partie intégrante d'un corps animal et d'un corps végétal, avant de retomber dans le monde inorganisé et de rentrer à nouveau dans le cycle vital. »

Dans une conférence tenue à Zurich en décembre 1876, M. le prof. Kramer [1] a passé en revue tous les travaux relatifs aux plantes insectivores, il a exposé toutes les raisons qui militent en faveur de la nutrition animale des plantes, et a pesé tous les arguments qu'on peut citer contre elle [2]. Il conclut en ces termes qui nous paraissent résumer l'état actuel de la question d'une manière satisfaisante : « D'après tout ce qui précède, chacun reconnaîtra que nous sommes loin, bien loin de pouvoir affirmer d'une manière positive, la nécessité ou même l'utilité pour les plantes de la digestion des insectes. Les travaux de ces dernières années, en particulier ceux de M. Darwin, nous ont beaucoup appris sur la faculté remarquable que possèdent certaines plantes de retenir, de faire périr, de dissoudre, même dans certains cas d'absorber de petits animaux : quant à la question théorique nous en sommes

[1] C. Kramer, Ueber die insectenfressenden Pflanzen. Zurich, 1877.

[2] M. Kramer a omis, dans sa revue des publications sur ce sujet, le mémoire de M. C. de Candolle sur la Dionæa qui, au point de vue de l'utilité de ce mode de nutrition, concluait comme lui.

à peu près au même point qu'en 1769 lorsque Ellis écrivait : « L'organisation de la Dionæa porte à croire que la nature a eu peut-être quelques vues relatives à la nutrition de la plante dans l'organisation de ses feuilles. » Aussi longtemps que les expériences de culture comparative n'auront pas démontré d'une façon absolue le profit que retirent les plantes insectivores de la digestion des matières animales, la question n'aura pas fait un vrai pas en avant. »

Depuis la publication de ce mémoire, des expériences comparatives paraissant assez concluantes ont été faites par M. Francis Darwin[1] qui a cherché à prouver l'utilité que tirent les Drosera de leur diète animale. Il a opéré sur 200 plantes à la fois : il les disposait dans des soucoupes et dans chacune il nourrissait avec de petits morceaux de viande la moitié des plantes : cet essai, poursuivi pendant les mois de juillet et août 1877, a donné des résultats intéressants : les plantes nourries artificiellement étaient plus fortes et plus vertes, mais surtout, ainsi que le montrera le tableau ci-dessous, elles ont créé bien plus de matière organique.

Au moment de la maturité des graines, une moitié des plantes a été arrachée et soumise à l'examen ; les autres ont été mises à part et leur végétation de cette année (1878) montrera l'influence de la diète animale sur les matériaux de réserve. Voici le tableau comparatif publié par l'auteur, le chiffre 100 représentant toujours les plantes *affamées* (celles qui n'ont pas reçu de nourriture animale) :

[1] Francis Darwin, Insectivorous plants. *Nature*, 17 January 1878, p. 222.

Rapport entre les poids des plantes sans les tiges florales	100 : 121,5
Nombre des tiges florales	100 : 164,9
Somme de la hauteur des tiges florales	100 : 159,9
Poids total des tiges florales	100 : 231,9
Nombre de capsules	100 : 194,4
Nombre moyen des graines par capsule	100 : 122,7
Poids moyen de chaque graine	100 : 157,3
Nombre total des graines produites	100 : 241,5
Poids total des graines produites	100 : 379,7

Le trait le plus remarquable de ce tableau c'est l'avantage gagné par les plantes nourries artificiellement dans tout ce qui tient à la floraison et la production des graines. C'est un point qui n'avait jusqu'à présent été, que je sache, touché par personne. La suite des expériences de M. Darwin sera attendue avec impatience par tous ceux qui s'intéressent à ces questions.

M. A. Batalin[1] a publié, dans la Flora, une longue série d'observations et de recherches sur les causes mécaniques des mouvements chez les feuilles de plantes insectivores et principalement des Drosera et des Dionæa. Les explications qu'on peut donner de ces phénomènes comme de la plupart des phénomènes d'irritabilité dans le règne végétal sont encore loin de reposer sur une base parfaitement solide : l'hypothèse y joue encore un grand rôle. D'après les observations de M. Batalin la courbure des feuilles qui nous occupent ici est accompagnée d'un raccourcissement de la face supérieure et d'un allongement de la face inférieure. Ce dernier est en partie permanent et se retrouve lorsqu'après l'irritation la feuille a

[1] A. Batalin, Mechanik der Bewegungen der insektenfressenden Pflanzen. *Flora*, 1877, Nos 3-10.

repris sa position de repos. M. Batalin explique ce fait par l'extension que subit le côté convexe dans le mouvement de flexion des feuilles ; les molécules sont ainsi écartées et si le mouvement est assez lent pour que de nouvelles molécules puissent s'intercaler il y aura croissance positive. De là vient que ce phénomène est beaucoup moins visible chez les Dionæa, chez lesquelles le mouvement est bien plus rapide que chez les Drosera.

Au point de vue de la transmission de l'irritabilité, M. Batalin pense que ce sont principalement les faisceaux fibro-vasculaires qui en sont chargés ; le parenchyme n'est pas complétement privé de cette propriété mais la transmission se fait plus vite et plus directement par les faisceaux. En cela, M. Batalin s'écarte des vues émises par M. Darwin et se rapproche des hypothèses de M. Ziegler (*Comptes rendus*, 1874, LXXVIII, 1417).

Quant à la cause mécanique des mouvements, considérée en elle-même, nous ne pouvons la définir avec précision. M. Batalin pense qu'il existe des différences importantes dans l'irritabilité des plantes insectivores et celles de Mimosa, Oxalis, etc. Si chez ces dernières le déplacement d'eau peut être admis comme une explication suffisante, il n'en est pas ainsi chez les premières. Il faut probablement faire entrer aussi en ligne de compte une contraction (raccourcissement) active des cellules de la face supérieure.

M. Otto Penzig[1] a consacré sa thèse de docteur à une étude complète du *Drosophyllum lusitanicum Link,* plante de la famille des Droséracées. La plus grande partie de ce travail est occupée par des recherches anatomiques sur tous

[1] O. Penzig, Untersuchungen über Drosophyllum lusitanicum, Link. Breslau, 1877.

les organes de la plante. Deux points méritent d'être relevés : les racines ont, contrairement à ce qu'on observe chez beaucoup de Droséracées, un assez grand développement, et leurs tissus renferment de l'inuline dont la présence n'a été jusqu'à présent constatée que chez les composées et chez les familles voisines. Quant aux feuilles, c'est surtout leur face inférieure qui est intéressante et qui possède des tentacules portées sur un pédicille allongé, de structure analogue à celles des Drosera, et de petites glandes sessiles. D'après les expériences faites par l'auteur, qui se rapprochent beaucoup de celles que cite M. Darwin dans ses Plantes insectivores, les tentacules ne sont pas irritables comme celles des Drosera, mais retiennent les petits insectes au moyen de leur sécrétion fortement gluante. Cette sécrétion ne possède qu'à un très-faible degré la faculté de dissoudre les substances organiques ; cette fonction est dévolue aux glandes sessiles qui, lorsqu'elles sont irritées sécrètent un liquide doué de propriétés digestives énergiques. L'auteur n'a pas fait d'expériences comparatives sur l'utilité pour la plante de l'absorption de substances azotées : il admet cependant dans ses thèses générales que cette question n'est point résolue d'une manière satisfaisante.

Les feuilles opposées du *Dipsacus sylvestris* forment, comme chacun le sait, une sorte de godet renfermant ordinairement de l'eau pluviale, dans laquelle viennent se noyer des insectes. M. Francis Darwin [1], en recherchant les traces de l'absorption de ce liquide chargé de matières azotées, a observé un phénomène fort extraordinaire. Sur

[1] Francis Darwin. On the protrusion of protoplasmic filaments from the glandular hairs on the leaves of Dipsacus sylvestris. *Quarterly Journal of microscop. science*. XVII, 245.

les petites glandes qui sont éparses à la face supérieure des feuilles, il a vu de petits filaments pouvant atteindre jusqu'à un demi-millimètre de longueur, toujours attachés à la cellule terminale de la glande. Ces organismes, par leur apparence, leurs mouvements, l'action qu'ont sur eux les réactifs, offrent tous les caractères d'une substance protoplasmique servant à animer une forte proportion de résine. D'après ses observations, M. Darwin pense pouvoir affirmer que ce ne sont pas des organismes parasites, comme on aurait pu le croire au premier coup d'œil, mais une production normale du trichome glanduleux de la feuille. Primitivement leur fonction devait être liée dans une certaine mesure avec la sécrétion des glandes, mais plus tard ils ont concouru directement à la nutrition de la plante. Ils peuvent absorber des matières azotées : pendant la première année de la vie de la plante, lorsqu'il n'y a encore qu'une rosette de feuilles radiales, ils absorbent probablement l'ammoniaque contenu dans l'eau de pluie et la rosée ; pendant la seconde année, ils s'adressent aux restes d'insectes décomposés dans l'eau des feuilles. M. Darwin pense enfin qu'il existe un rapport encore tout à fait obscur entre la production de ces filaments et le phénomène d'agrégation observé dans les glandes du Drosera [1].

Dans ses recherches sur le suc digestif du Nepenthes, M. Vines [2] a obtenu des résultats en tous points sembla-

[1] Dans un mémoire postérieur que nous recevons au moment de mettre sous presse, M. Darwin compare les filaments du Dipsacus à ceux qu'a décrits en 1853 le prof. Hoffmann sur l'Agaricus muscaricus, et n'émet pas de nouvelles conclusions sur leur rôle (*Quarterly Journal of microscopical science*, XVIII, 73).

[2] S.-H. Vines, On the digestive ferment of Nepenthes. *Journ. of Linn. Soc.*, N° 87, vol. XV, p. 427.

bles à ceux de M. Gorup Besanez relativement à l'existence d'un ferment analogue à la pepsine. D'autres expériences ont conduit de plus M. Vines à l'idée que ce ferment n'est pas libre dans la glande de l'urne, mais associé à un principe peut-être albuminoïde. Cette combinaison doit être détruite par l'action d'un acide, de la chaleur, etc., avant que le ferment puisse agir avec toute son activité.

Cette théorie est la même que celle de M. Heidenhain qui pense que dans l'estomac des animaux, les glandes ne sécrètent pas directement le ferment, mais une combinaison neutre qu'il appelle Zymogène et qui doit être détruite afin que le ferment puisse agir.

RECHERCHES

FAITES DANS LE

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE

DE GENÈVE

VIII

Sur les nerfs dits arrestateurs

Par M. le professeur SCHIFF.

---

2. *L'Irritation négative* (suite).

L'expérience que nous avons mise à la tête de cette exposition sur l'irritation négative, et qui prouve qu'un courant ascendant d'une certaine énergie, entrant dans le *tronc* nerveux, peut, au moment de sa fermeture, empêcher la contraction musculaire excitée dans le même moment par un courant ascendant entrant dans son *muscle*, n'est peut-être qu'un cas isolé d'une série importante de faits.

Si nous regardons toute irritation galvanique du nerf (c'est-à-dire tout ce qui se passe dans la partie périphérique d'un nerf au moment de la fermeture ou de l'ouverture d'un courant constant) comme un mouvement moléculaire dont la forme varie selon les différences dans la nature et dans la direction de la cause irritante, il devient très-probable que *deux* oscillations galvaniques qui agissent simultanément sur deux points très-rapprochés du même nerf, ne donnent pas simplement la *somme* de l'action

irritante des deux oscillations, mais qu'elles doivent ou se renforcer ou se diminuer, s'anéantir même réciproquement relativement à leur action sur le muscle. L'effet dépendrait de la forme du mouvement *combiné*, qui résulte des deux impulsions différentes. Ce mouvement résultant pourrait être ou plus ou moins propre à exciter le muscle que les deux mouvements qui le produisent, ou tout à fait incapable de produire une contraction musculaire. On voit que la combinaison de deux fermetures, de deux ruptures, de la fermeture et de la rupture de courants de direction et d'intensité variable, nous promettait une source féconde d'*irritations négatives* galvaniques dans les nerfs moteurs.

Il y a à peu près dix ans que j'ai fait construire le premier appareil pour exécuter ces expériences compliquées. Cette machine, dont la partie essentielle a été décrite dans le *Journal de biologie* de Voit et Pettenkofer, 1872, p. 71, avait l'inconvénient d'être très-volumineuse, et de donner aux métaux conducteurs une très-grande étendue. Elle favorisait donc les irritations unipolaires, qui se montraient même avec des courants très-faibles, avec des courants continus produits quelquefois par un seul élément Daniell de dimensions minimes. Je devais donc, avant de m'en servir, faire de longues études sur les courants unipolaires et sur les moyens de les éviter, études dans lesquelles j'ai été en partie secondé par le Dr Fuchs, de Cologne, qui travaillait alors dans mon laboratoire. Nos résultats sont consignés dans le *Giornale di scienze naturali* de Palerme, vol. VIII, 1872, et en grande partie dans le *Journal de biologie* de Munich, de la même année.

Je ne reproduirai pas ici la description de cet instrument qui me permettait de faire agir sur le nerf, simultanément

ou successivement, après un intervalle très-court et déterminable, deux fermetures, ou la fermeture et l'ouverture de deux courants aussi parfaitement isolés l'un de l'autre que me le permettait l'application de ces courants sur différents points du même conducteur humide. Deux rhéostats permettaient d'augmenter ou de diminuer, isolément, l'intensité du courant de chaque pile.

Le nerf et la patte préparée de la grenouille se trouvaient généralement dans un réservoir, contenant de l'air saturé de vapeur d'eau ; ajoutons que, pour contrôler l'isolement des deux courants, chaque expérience importante fut répétée dans l'air ordinaire du laboratoire. A l'exception des premières expériences, dans lesquelles les conducteurs qui touchaient le nerf étaient simplement en zinc amalgamé, on s'est servi ordinairement d'électrodes impolarisables.

Ces expériences m'avaient déjà donné des résultats assez remarquables, lorsque M. *Valentin* publia (*Archives de Pfluger*, VII, 1873, p. 458) des recherches sur ce qu'il appelle les *interférences des irritations électriques* et qui contiennent des études sur l'influence que la fermeture d'un courant exerce sur l'effet physiologique de la fermeture d'un autre. Ce travail, que je connaissais déjà en grande partie, parce que l'auteur avait eu l'obligeance de me prêter son manuscrit peu de temps avant sa publication, contient une série de faits que nous devons rapporter à l'irritation négative.

Ces faits auraient pu suffire pour le but que nous nous proposons dans ce mémoire, c'est-à-dire, pour prouver que même dans les nerfs moteurs spinaux, dans le sciatique de la grenouille, certaines irritations électriques, qui, dans les conditions ordinaires, provoquent des mouve-

ments, peuvent *supprimer* les mouvements, qui sont simultanément excités par une autre irritation électrique du même nerf. Nous ne voulons qu'établir le principe, l'existence du fait et son indépendance des autres faits déjà établis dans la science, et quoique avant et depuis la publication du mémoire de M. Valentin, nous ayons reproduit ce fait avec beaucoup d'autres modifications et sous beaucoup d'autres conditions que celles dans lesquelles M. Valentin a voulu se placer, il ne nous a pas encore été possible de trouver le lien commun, la théorie générale, qui réunit les différents phénomènes, qui nous sont offerts par l'irritation négative des nerfs moteurs.

L'énumération des différentes combinaisons d'irritations électriques qui peuvent produire une irritation négative, n'aurait quelque intérêt spécial que si l'on pouvait en déduire une loi générale. Mais comment trouver cette loi sans connaître exactement la loi selon laquelle les courants galvaniques *excitent* les nerfs. Cette loi des contractions galvaniques ne paraît-elle pas s'embrouiller de plus en plus à mesure que les observateurs les plus distingués depuis Galvani et Ritter jusqu'à nos jours en font l'objet de leurs recherches assidues.

J'aurais donc pu, sous le point de vue qui nous occupe, me contenter de m'en rapporter aux observations de M. Valentin. Il a indiqué les formes sous lesquelles on voit le plus communément l'irritation négative quand on se sert exclusivement de la fermeture de deux courants, si ces courants sont d'une énergie et d'une densité à peu près égales. En évitant généralement de varier beaucoup la force et le trajet intrapolaire du courant supérieur, en excluant de ses recherches les combinaisons avec l'irritation à la rupture des courants, il s'est privé de l'occasion

de voir encore beaucoup d'autres exemples intéressants de l'irritation négative, et de ce qu'il a cru devoir regarder comme une interférence des irritations. Mais le point capital sur lequel je dois insister ici, consiste dans la différence de nos méthodes.

Le peu que j'ai dit de la mienne suffit pour démontrer qu'elle diffère essentiellement et sous tous les rapports de celle dont s'est servi généralement le physiologiste de Berne. Il ne s'agit pas là de décider laquelle est la meilleure ou la plus simple ou la plus sûre, car nous sommes partis de différents points de vue, nous nous sommes proposé des questions différentes et ce n'est que par suite de ce que j'appellerais un heureux hasard, qu'une partie de nos expériences se rencontrent sur le même champ. Mais ce qui parle hautement en faveur des observations de M. Valentin, c'est que, malgré la différence fondamentale de nos méthodes, j'ai pu retrouver à peu près les mêmes faits qu'il a décrits, et *pour ce qui concerne les courants faibles,* la fréquence relative des variations a été à peu près la même dans ses expériences dans les miennes.

La méthode que j'ai indiquée basée sur l'emploi de l'instrument décrit dans le *Journal de biologie* (1872), n'est pas la seule qui m'a servi dans mes recherches. Puisque la longueur des conducteurs favorisait les contractions unipolaires, auxquelles les grenouilles de la Toscane sont très-disposées, j'ai fait construire encore d'autres formes plus compendieuses de machines, qui peuvent servir comme interrupteurs différentiels, et qui permettent encore mieux de mesurer l'intervalle entre les deux irritations, si on ne veut pas leur donner avec une simultanéité absolue. Dans ces machines on ne produit direc-

tement que des ruptures de courants, mais on comprend que ces ruptures peuvent être facilement transformées en fermetures pour le nerf qui offre une très-grande résistance, tandis que le contact métallique qu'on ouvre peut avoir une résistance à peu près nulle.

Les irritations négatives que l'on produit dans le nerf au moyen de deux courants peuvent être divisées en deux catégories. Les irritations négatives *réciproques* sont celles dans lesquelles chacun des deux courants appliqués isolément avec la même force et sur le même point du nerf produit une contraction musculaire, tandis que si on produit les deux irritations simultanément, ou à de très-courts intervalles (jusqu'à un trois centième de seconde en moyenne) les deux contractions sont supprimées. Voilà un exemple de forme qui a été rencontrée le plus souvent dans les expériences de Valentin, et qui dans les miennes s'est montré le plus souvent *au commencement* des expériences, tandis qu'avec les préparations un peu fatiguées elle a été moins fréquente. On appliquait sur la partie inférieure du nerf un courant *ascendant* très-modéré (distance des électrodes impolarisables, 4^{mm}). Trois à quatre millimètres plus haut on appliquait au nerf un courant *descendant* à peu près de la même force, ou même un peu plus faible. Le courant inférieur donnait une contraction d'à peu près 11^{mm}, le courant supérieur donnait à la fermeture à peu près 9^{mm}; les deux courants fermés simultanément laissaient les muscles en repos.

Il y a des cas dans lesquels les deux courants fermés de la manière indiquée, ne donnent pas zéro, mais laissent encore une très-faible contraction et on réussit quelquefois à faire disparaître ce reste de contraction en augmentant un peu la force d'un des deux courants.

La disposition inverse, c'est-à-dire le courant descendant périphérique, le courant ascendant plus central vers le bout coupé du nerf, peut très-souvent produire une irritation négative jusqu'à zéro, mais seulement à condition qu'on augmente de plus en plus la force et le trajet intrapolaire du courant supérieur. Il est très-rare que l'irritation négative se montre dans ce cas sans une différence très-prononcée dans la force des deux courants. La rupture du courant descendant réunie à la fermeture d'un autre courant descendant plus faible et plus périphérique peut dans quelques cas rares se compenser à zéro pour le muscle gastro-cnémien, tandis que les muscles des doigts donnent encore des mouvements, qui cependant n'ont pas la même physionomie que les contractions des doigts produites par chacun de ces courants isolément.

Dans des préparations galvanoscopiques qui ont été conservées et irritées depuis quelque temps dans l'air humide, il arrive assez souvent que deux courants ascendants, dont chacun isolé donne une contraction à la fermeture, restent sans effet quand ils sont fermés simultanément : mais je n'ai pas encore assez étudié les conditions dans lesquelles une telle combinaison déprime, et celles dans lesquelles elle exalte l'action irritative.

Jusqu'ici une dépression ne s'est offerte dans cette combinaison que quand les réactions physiologiques des deux trajets du nerf montraient une certaine différence *qualitative*, qui s'est prononcée non pas à la fermeture mais à la rupture du courant ascendant. Cette rupture donnait une contraction dans le trajet supérieur qui manquait dans le trajet inférieur. Cette différence laisse supposer que même la fermeture, malgré les contractions qu'elle pro-

duit dans les deux trajets, ne les altère pas d'une manière tout à fait identique.

Nous devons ranger aussi dans cette série une autre expérience, qui doit être faite avec une pile très-forte composée de nombreux éléments (nous avons pris jusqu'à quarante des plus petits Daniell), en employant une résistance très-puissante (nous avons pris jusqu'à huit mètres d'une solution de sulfate de cuivre d'un diamètre de trois millimètres) et en se servant des électrodes métalliques. Pour avoir une polarisation qui ne puisse pas inverser le courant primitif, nous avons pris du zinc amalgamé. On choisit une grenouille galvanoscopique qui donne la troisième période de la règle des contractions, ou qui a déjà donné depuis quelque temps les contractions de la seconde période. Une des électrodes, il vaut mieux en général que ce soit la positive, a la forme d'un V ou est bifurquée ; on la pose sur le nerf et on met l'autre électrode entre les deux branches. Or si l'on varie sa position, en ouvrant et fermant le courant, on trouvera presque toujours en tâtonnant, une position de l'électrode simple dans laquelle la fermeture du courant *ne donne pas de contraction du muscle.* Ce point se trouve généralement tout près de la bifurcation inférieure, et quand on s'en approche, on voit déjà les contractions devenir de plus en plus faibles. Lorsque le nerf, qui ne peut pas être mis dans une chambre humide, s'altère très-vite, ce point « neutre » change souvent de position, et quand il ne réussit pas à le suivre, les contractions reviennent à la fermeture.

Jusqu'ici nous avons parlé de l'irritation négative *réciproque.* Il faut en distinguer l'irritation négative *simple.* Elle consiste dans la combinaison d'une oscillation élec-

trique qui ne donne *plus* de contraction du muscle avec une oscillation qui en provoque un raccourcissement. Nous disons une oscillation qui ne donne *plus* de contraction, car nous tenons à exclure les oscillations chez lesquelles la contraction fait défaut, parce que le nerf se trouve encore dans la première période de la règle des contractions, et qui en donnent dès que le nerf entre dans la seconde période ou dès que la force du courant est convenablement augmentée. Il faut donc attendre jusqu'à ce que la seconde période soit passée, c'est-à-dire jusqu'à ce que le nerf ne produise plus des contractions à l'ouverture et à la fermeture des deux courants, mais que l'un des courants,— généralement l'ascendant, — ne réponde qu'à l'ouverture, et l'autre, — généralement le descendant,— à la fermeture. Le courant qui produit la contraction est placé à la partie la plus périphérique du nerf, l'oscillation qui ne produit plus de contraction occupe la partie centrale. Si cette oscillation, comme on le prétend assez souvent, *n'agissait plus* sur le nerf, il n'y aurait aucune raison pour supposer que dans le moment où les deux oscillations entrent simultanément, la contraction correspondant au courant inférieur dut être affaiblie ou détruite. Cependant un tel affaiblissement ou le repos complet du muscle apparaît dans beaucoup de ces expériences. Mais l'irritation négative, provenant du courant supérieur, n'est pas toujours complète; elle manque même dans beaucoup de cas. On n'a qu'à augmenter convenablement et en tâtonnant la force et l'étendue du courant supérieur, pour la voir apparaître dans beaucoup de ces expériences. Nous n'hésitons pas à dire qu'elle se montre probablement toujours lorsque la partie centrale du nerf ne meurt pas trop vite et avant qu'il

ait été possible de trouver la force convenable du courant.

Malheureusement en Italie, les grenouilles galvanoscopiques, malgré l'emploi des électrodes impolarisables et de la chambre humide, ne résistent pas à beaucoup de manipulations.

On sait que les nerfs ne parcourent pas les modifications cadavériques simultanément dans toute leur longueur, et que la partie centrale se trouve déjà assez souvent dans la troisième période, pendant qu'un court trajet voisin du muscle montre encore la seconde et même la première période. C'est dans ces conditions que nous avons trouvé que le même courant ascendant, qui aurait donné encore une contraction de fermeture en agissant seulement sur la partie inférieure, ne donne rien ou seulement une contraction de rupture quand le pôle négatif est transporté plus haut vers la partie centrale. Dans ces expériences, il faut prendre le courant assez faible ; la partie périphérique doit être courte et l'on doit, en partant du point d'indifférence, transporter en haut le pôle négatif jusqu'à ce que la longueur de la partie centrale suffise pour contre-balancer l'effet de l'irritation de la partie périphérique. Tout le nerf peut être placé sur une bande de papier à filtrer humecté avec de l'eau salée à 0,5 °/₀.

Dans les mêmes conditions, le courant descendant peut cesser de produire la contraction d'ouverture, bien qu'une partie inférieure du nerf qu'il parcourt se trouve encore dans la seconde période, et que le même courant eût déterminé une contraction énergique de rupture s'il n'eût pas parcouru simultanément la partie centrale du nerf ou s'il eût compris seulement un *très-petit trajet* de cette partie centrale.

On peut donc démontrer dans ces cas l'existence d'une irritation négative avec un seul et même courant, qui parcourt différents trajets du nerf, présentant des différences dans leur réaction physiologique. Dans les nerfs qui dans la troisième période montrent l'inverse de la règle de *Marianini,* cette expérience se présente sous une forme très-singulière, que nous décrirons plus bas.

Mais enfin il est bien temps de nous demander si la longue série de faits que nous venons d'indiquer et que nous pourrions encore considérablement augmenter, au lieu d'établir un nouveau principe, le principe de l'irritation négative, ne pourrait pas s'expliquer par les règles déjà généralement reconnues dans la physiologie de la fibre nerveuse. Sans doute il ne faut pas un grand effort d'esprit pour expliquer une grande partie de ces faits, parce que l'on appelle en Allemagne *les lois de Pflüger.* D'autres faits pourraient s'y soumettre si on voulait ajouter à ces *lois* quelques petites modifications comme règlement de transition. Mais il y a dans nos observations plusieurs points qui sont évidemment incapables d'être soumis aux règles de Pflüger et d'être expliqués par l'électrotonus.

Une différence principale entre les phénomènes de l'irritation négative par deux courants et la diminution de l'excitabilité par l'électrotonus, consiste en ce que la dépression par l'électrotonus, comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, a besoin de quelque temps pour se développer, et où l'hypothèse admet qu'elle existe déjà au moment de la fermeture, elle *augmente* encore pendant plusieurs secondes après cette fermeture. Mais l'irritation négative n'existe qu'au moment de l'irritation par les courants, c'est-à-dire *au moment même* de la fermeture et de la rupture, et nous avons vu très-souvent que

lorsqu'il y a irritation négative réciproque, celle-ci ne se montre plus lorsqu'on ferme l'un des courants une seconde ou plusieurs secondes après la fermeture de l'autre. Elle ne se montre plus pendant que l'expression galvanoscopique de l'électrotonus déprimant est encore en augmentation. Nous avons vu des cas où la fermeture successive a eu même l'effet contraire de la fermeture simultanée. Est-ce que l'électrotonus, comme on le suppose pour certains agents chimiques, aurait des propriétés particulières lorsqu'on le prend *in statu nascenti?* Nous n'osons pas le croire, mais peut-être un apôtre plus inspiré de l'électrotonus sera plus hardi. En attendant, les belles découvertes de Du Bois-Reymond relatives aux différences dans le développement des deux espèces de l'électrotonus, ne sont pas favorables à une telle opinion.

Dans l'expérience faite avec l'électrode positive en forme bifurquée, dont nous avons parlé plus haut, on a une contraction même quand une seule des pointes positives touche le nerf près du muscle, pendant que l'autre pointe communique avec le pôle négatif par un fil de soie imbibé d'eau salée. Mais si on ôte le fil et qu'on abaisse l'autre pointe sur la partie centrale du nerf sans la comprimer, on peut, en faisant quelques tractions légères sur la partie centrale du nerf, allonger ou raccourcir la portion parcourue par le courant descendant, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de contraction à la fermeture. La très-grande résistance liquide qu'on a eu soin d'introduire dans le courant, empêche qu'un allongement du nerf de quelques millimètres puisse modifier sensiblement l'énergie du courant.

Cette expérience donne le même effet si après qu'on s'est assuré que le courant divisé donne encore

une contraction par la partie inférieure du nerf, on recommence de nouveau *sans* le fil de soie, et si après l'irritation négative on remet ce fil pour prouver de nouveau que la partie inférieure du nerf n'a pas perdu son excitabilité primitive. D'ailleurs cette expérience réussit encore lorsque la partie supérieure du nerf se trouve déjà dans la seconde et dans la troisième période de l'excitabilité, pourvu que la partie périphérique soit encore dans la première. Si l'on veut expliquer cette expérience par l'électrotonus, il faut pour la première période de l'excitabilité de la partie supérieure du nerf des hypothèses auxiliaires qui ne l'expliqueraient pas dans la seconde période, et l'explication qu'on aurait adoptée pour la seconde serait insuffisante, même contradictoire pour la troisième période, et néanmoins le phénomène reste toujours le même. Toujours dans ces cas le pôle négatif, qui est regardé comme la source de l'excitation, reste invariable, et le pôle positif, qui est regardé comme le foyer de la dépression, se bifurque et se divise pendant l'irritation négative, et une grande partie du pôle positif est transportée loin du muscle, quand celui-ci ne réagit pas.

En vain les électrotonistes s'opposeraient en principe à l'application simultanée de deux courants de directions différentes pour irriter le même nerf, en prétendant que le développement de l'électrotonus serait trop modifié par ces agents antagonistes. Du Bois-Reymond a fait sur ce point quelques recherches intéressantes (*Untersuch. über thier. Elektrizität,* II. Berlin 1849, p. 350) qui dans l'état actuel de la science mériteraient d'être répétées et complétées à l'aide de méthodes perfectionnées.

D'ailleurs, les cas dans lesquels la partie supérieure du

nerf montre déjà les réactions de la troisième période pendant que son trajet inférieur (périphérique) se trouve encore dans la seconde ou dans la première, et dans lesquels on peut obtenir une irritation négative avec un seul courant qui parcourt une partie des deux sections du nerf, démontrent que l'électrotonus n'entre pour rien dans l'effet négatif. C'est surtout évident quand on fait l'expérience sur des grenouilles qui donnent à la troisième période la règle de Marianini inverse, c'est-à-dire une contraction à l'ouverture du courant descendant. On peut faire passer de la manière indiquée un courant descendant par une partie du nerf, et l'on peut avoir une irritation négative simple au moment de la fermeture, et même pendant quelque temps une réciproque à l'ouverture, de manière *que le courant ne produit point de contraction*, laquelle devient au contraire très-énergique dès qu'on déplace un peu une des électrodes. Si l'on prend des courants très-modérés, on peut quelquefois, surtout en hiver, reproduire assez souvent la même expérience sur le même nerf, parce que l'altération du nerf ne se propage pas trop rapidement vers la périphérie. Il n'est pas douteux qu'on a dans ce cas dans la partie phériphérique du nerf le même catélectrotonus si l'irritation du nerf produit ou ne produit pas la contraction. D'ailleurs je m'en suis encore assuré à l'aide du galvanomètre après avoir excisé le nerf dont j'avais marqué les points irrités avec une trace d'encre. Cette preuve serait décisive, s'il était certain que le nerf n'eût pas changé de réaction pendant la préparation pour le galvanomètre. Le courant nerveux primitif a été compensé à zéro.

MESURES
ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES ET CALORIMÉTRIQUES

Par M. H.-F. WEBER [1]

L'unité mercurielle de résistance électrique dite de *Siemens* est, comme on le sait, la résistance d'une colonne de mercure de 1^{m} de long et de 1^{mm^2} de section. Pour faire usage de cette unité empirique qui est d'un emploi commode, il est nécessaire de connaître exactement sa valeur en unités absolues de résistance. Divers expérimentateurs ont trouvé pour cette valeur des résultats quelque peu divergents. M. H.-F. Weber a repris cette question et est arrivé par diverses méthodes à des résultats qui concordent très-bien entre eux et dont la moyenne, comme on le verra, diffère très-peu de la valeur trouvée par MM. Maxwell, Jenkin et Balfour-Stewart, à savoir : 0,9536 *ohm* (1 *ohm* a pour valeur 10^7, 10^9 ou 10^{10} unités absolues de résistance selon que l'unité de longueur est le mètre, le centimètre ou le millimètre, l'unité de temps étant toujours la seconde). Nous allons passer en revue les méthodes employées par M. H.-F. Weber.

[1] Extrait d'un mémoire intitulé : Absolute electromagnetische und calorimetrische Messungen : der absolute Werth der Siemens'chen Widerstandseinheit in electromagnetischem Maasse ; die Beziehung zwischen der Stromarbeit und der Wärmeentwicklung in der stationären galvanischen Strömung ; die absoluten Werthe einiger constanten hydroelectromotorischen Kräfte in electromagnetischem Maasse. (*Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, XXII Jahrgang.)

1re méthode, par l'induction électro-magnétique.

Deux bobines identiques, le fil de l'une faisant suite à celui de l'autre, sont placées de manière à ce que leurs axes coïncident et que par conséquent leurs plans médians soient parallèles. On peut à volonté faire varier leur distance. Un barreau aimanté parallélipipédique est suspendu par un fil de laiton de manière à ce que son centre se trouve sur l'axe commun des deux bobines et à mi-distance de leurs plans médians. Les bobines sont orientées de manière à ce que leur axe commun soit placé dans le méridien magnétique.

Les extrémités libres des fils des deux bobines étant réunies, et ces bobines formant ainsi un circuit fermé, si on écarte l'aimant de sa position d'équilibre, et qu'on l'y laisse revenir en oscillant, on détermine dans le circuit des courants induits qui réagissent sur les oscillations de l'aimant.

La durée de celles-ci peut être exprimée par une formule en fonction de quantités connues et de la résistance du circuit formé par les bobines ; et cette formule permet de calculer la résistance quand la durée des oscillations isochrones a été obtenue par l'observation. Si en même temps on détermine par une autre expérience le nombre d'unités Siemens équivalant à la résistance du circuit, on aura ainsi la valeur de l'unité Siemens.

La moyenne de 6 expériences, dans lesquelles les bobines étaient aussi rapprochées que possible, en laissant juste la place nécessaire au passage du fil de suspension de l'aimant, a donné :

1 unité Siemens = 0,95535 ohm.

La moyenne de 6 autres expériences, dans lesquelles les bobines étaient écartées de façon à ce que la distance de leurs plans médians fût égale à leur diamètre moyen, a donné :

1 unité Siemens = 0,95388 ohm.

Enfin, à la suite d'un intervalle de temps pendant lequel l'aimant avait perdu une partie de son magnétisme, 6 autres expériences ont été faites et ont donné pour moyenne :

1 unité Siemens = 0,95430 ohm.

Moyenne générale des résultats de la première méthode :

1 unité Siemens = 0,95451 ohm.

2me *Méthode, par l'induction voltaïque.*

Les deux bobines dont il a été question ont été encore placées de manière à avoir leurs axes sur le prolongement l'un de l'autre et leurs plans médians parallèles. Mais au lieu de réunir comme précédemment leurs fils en un seul circuit, on en a formé deux circuits distincts. L'une d'elles réunissant les deux pôles d'une pile de Daniell disposée de façon à donner un courant parfaitement constant pendant plusieurs heures, joue le rôle de circuit inducteur. L'autre bobine sert de circuit induit. La rupture subite du circuit inducteur donne lieu à un courant induit. On nomme *courant intégral* et on désigne par j l'intégrale $\int_0^{t_1} idt$, t_1 étant la durée du courant induit

et i l'intensité que celui-ci possède au bout du temps t compté à partir de l'instant où le circuit inducteur a été rompu. Si on appelle i_0 l'intensité du courant inducteur, R la résistance du circuit induit, et P le potentiel électrodynamique réciproque des deux bobines, on a :

$$Rj = i_0P.$$

Un seul et même aimant est disposé de façon à mesurer i_0 par sa déviation permanente lorsque le circuit inducteur est fermé, et à mesurer j par ses oscillations lorsque ce circuit est rompu. La quantité P se détermine par le calcul. On obtient de cette façon la valeur de R. On compare ensuite la valeur de R avec l'unité Siemens, soit directement par la méthode ordinaire, soit indirectement en mesurant l'augmentation que R éprouve quand on intercale dans le circuit induit une résistance supplémentaire dont on connaît préalablement la valeur exacte en unités Siemens. Chacun de ces deux procédés a été appliqué avec deux variantes : P grand, i_0 petit et P petit, i_0 grand. On a ainsi obtenu les moyennes suivantes :

	1er procédé	2e procédé
P grand, i_0 petit;	1 u.S. = 0,9557 ohm;	1 u.S. = 0,9549 ohm
P petit, i_0 grand;	» » 0,9550 » ;	» » 0,9559

Moyenne générale : 1 u.S. = 0,9554 ohm.

3me *Méthode, par la mesure des forces électro-motrices.*

Cette méthode repose sur la loi de Joule en vertu de laquelle l'équivalent mécanique JQ de la quantité de chaleur Q qui est dégagée, durant un temps t, dans un conducteur de résistance R, lorsque ce conducteur est parcouru par un courant d'intensité i, a pour valeur $i^2 Rt$.

L'auteur a commencé par vérifier cette loi, c'est-à-dire l'exacte proportionnalité entre Q et $i^2 Rt$ au moyen d'une série de recherches très-précises dans lesquelles il se servait d'un calorimètre à eau pour emmagasiner la chaleur dégagée dans un fil de platine par le fait du courant, et dans lesquelles il tenait compte aussi exactement que possible non-seulement des pertes du calorimètre par rayonnement, mais encore de la variation de la chaleur spécifique de l'eau et de celle de la résistance du fil de platine suivant la température.

Cette proportionnalité ayant été vérifiée, l'auteur en a profité pour déduire d'une nouvelle série d'expériences la valeur du rapport de proportionnalité, c'est-à-dire la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur J. Si i et R sont exprimés en unités absolues, et si on rapporte la calorie à la masse d'eau contenue dans le cube de l'unité linéaire admise, on obtient J en mesure absolue. Mais il est plus commode de transformer cette valeur en la rapportant aux unités mécaniques usuelles. M. Weber a obtenu comme moyenne de 36 expériences, dont les résultats extrêmes diffèrent au plus de $^1/_2$ $^0/_0$ de la moyenne, le chiffre $J = 428{,}15$.

La valeur qui se déduit pour J des propriétés thermiques de l'air est $J = 428{,}95$ en admettant les résultats obtenus par Regnault, et, pour le rapport des chaleurs spécifiques, le chiffre 1,4053 obtenu récemment par Röntgen.

Celle qui se déduit des expériences de Joule par le frottement est 424,50. M. Weber explique la différence entre le chiffre 424,50 et le chiffre 428,95 en disant qu'ils se rapportent en réalité à deux calories différentes : le premier à la calorie basée sur le thermomètre à mer-

cure, le second à la calorie basée sur le thermomètre à air.

Quant à la différence bien plus considérable qui existe entre le résultat ci-dessus $J = 428{,}15$ obtenu par l'échauffement galvanique et le chiffre 399,7 trouvé par Quintus-Icilius par une méthode du même genre, M. Weber en rend compte en développant les raisons pour lesquelles, selon lui, l'étalon de résistance employé par ce dernier physicien aurait été compté pour une valeur inférieure de 6 à 10 % à la véritable.

Le procédé qui repose sur la loi de Joule ainsi vérifiée est le suivant :

On intercale dans le circuit d'une pile un fil de résistance R, on mesure d'une part l'intensité i du courant et d'autre part la quantité de chaleur Q que dégage ce fil dans un temps t. La valeur de R se déduit de l'équation $JQ = i^2 Rt$.

On mesure ensuite le rapport qui existe entre R et la résistance R_1 de toutes les autres parties réunies du circuit, y compris la pile. Connaissant ce rapport, on saura la quantité totale de chaleur ΣQ dégagée par l'ensemble du circuit dans le même temps, car $J\Sigma Q = i^2 (R + R_1) t$, par conséquent :

$$\Sigma Q = Q. \frac{R + R_1}{R} = Q \left(1 + \frac{R_1}{R}\right)$$

Mais la force électromotrice E de la pile étant, en vertu de la loi de Ohm, égale à $i (R + R_1)$, on a $J\Sigma Q = i Et$, d'où :

$$E = \frac{J\Sigma Q}{it} \text{ c'est-à-dire} = \frac{JQ}{it} \left(1 + \frac{R_1}{R}\right)$$

De cette manière, en n'ayant à faire d'autre mesure

directe de résistance que celle de R, on obtient E en *unités absolues* de force électromotrice, pourvu, bien entendu, que i soit exprimé en unités absolues de courant.

Si ensuite, par un des autres procédés usités pour ce genre de mesure, on détermine la valeur de la même force électromotrice en rapportant toujours i à l'unité absolue de courant, mais en rapportant la résistance à l'unité Siemens, on obtient pour cette force la valeur e, qui n'est plus en unités absolues. Alors il est clair que le rapport $\frac{E}{e}$ des résultats numériques de ces deux mesures exprimera précisément la valeur de l'unité Siemens en unités absolues.

En prenant pour J la valeur qui correspond à la moyenne 428,55 entre 428,15 et 428,95, M. Weber est arrivé aux résultats suivants, comprenant ceux relatifs aux forces électromotrices elles-mêmes :

I	Élém. Bunsen, avec acide sulf. étendu	$E =$ 1,8885 volt.	$\frac{E}{e} =$	0,9536	ohm.
II	» »	» 1,9150 »	»	0,9552	»
III	Élém. Daniell »	» 1,1286 »	»	0,9526	»
IV	» »	» 1,1317 »	»	0,9579	»
V	» avec sulfate de zinc	» 1,0954 »	»	0,9565	»

(NB. 1 *volt* vaut 10^8 unités absolues de force électromotrice dans le système centimètre—gramme—seconde, ou 10^{11} unités absolues dans le système millimètre — milligramme — seconde.)

La moyenne de ces 5 valeurs de $\frac{E}{e}$ donne :

$$1 \text{ u.S.} = 0,9550 \text{ ohm.}$$

valeur qui est précisément la moyenne entre celles qui ont été obtenues par les deux autres méthodes. C'est elle

que M. Weber propose comme conclusion de ses recherches

M. Favre avait trouvé pour les quantités de chaleur qui se dégagent dans les circuits des piles de Daniell et de Grove, pour un même poids de zinc dissous, des nombres dont le rapport diffère de celui des forces électromotrices de ces piles, résultat qui est inconciliable avec la loi de Faraday. M. Weber l'explique par les causes d'erreurs inhérentes à l'emploi du calorimètre à mercure dont M. Favre s'était servi.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Dr Rodolphe Wolf. Astron. Mittheilungen. *Communications astronomiques*, n° 44.

M. le professeur Wolf, directeur de l'Observatoire de Zurich, a continué, sous le titre ci-dessus, la publication de ses divers travaux dans le Journal périodique in 8° de la Société zuricoise des sciences naturelles. Je vais présenter ici une rapide analyse du dernier de ces fascicules, contenant principalement une nouvelle détermination de la hauteur du pôle ou de la latitude de Zurich.

Cette détermination a été effectuée au moyen d'un grand nombre d'observations de distances zénitales méridiennes faites avec le cercle-méridien de cet observatoire, construit par Kern, dont la lunette a 54 lignes d'ouverture, 6 pieds de longueur focale, et dont le cercle vertical a dix-huit pouces de diamètre [1].

Ces observations ont commencé au printemps de 1874, et ont été faites sur 62 étoiles du *Nautical Almanac*, dont la distance au zénith de Zurich, lors de leur passage au méridien, est moindre de 60°. M. Wolf en a observé, en outre, 14, dont la distance au zénith dépasse 60°, dans le but de déterminer l'effet de la réfraction locale. Il a continué ses

[1] Voyez ma Notice sur l'observatoire de Zurich, insérée dans le n° de novembre 1866 des *Archives*.

observations jusqu'à ce qu'il en ait obtenu 160 séries, dont une moitié effectuées dans la position normale de la lunette, et l'autre moitié en y échangeant les positions de l'oculaire et de l'objectif. Il a observé en tout 1369 distances zénitales, dont 1158 pour la détermination de la latitude et 211 pour celle de la réfraction.

Je ne puis guère entrer ici dans tout le détail des diverses corrections que M. Wolf applique à ses observations, pour en déduire finalement l'élément cherché. Elles sont relatives à une légère flexion de la lunette, à la détermination du point de nadir au moyen d'observations faites avec un horizon artificiel de mercure, au calcul des réfractions en prenant pour base les tables de Bessel, etc. L'auteur présente successivement dans 4 tableaux tout le détail de ces opérations, et il a recours à des équations de condition et à des approximations successives, pour obtenir les valeurs les plus exactes des corrections et de la latitude de l'observatoire de Zurich, en adoptant les déclinaisons apparentes d'étoiles du *Nautical Almanac.* Il trouve ainsi cette latitude de

$$47^\circ 22' 39'', 991 \pm 0'', 004.$$

M. Wolf a inséré dans le même fascicule de ses *Communications astronomiques*, le résultat pour la détermination de la longitude de Zurich, des opérations télégraphiques qui ont été effectuées en 1872, entre cet observatoire et les stations du Pfænder et du Gäbris, par lui et par MM. Oppolzer et Plantamour.

La différence de longitude en temps, entre Zurich et Pfænder, ainsi obtenue est de $4^m 53^s, 69$.

Or la longitude de Pfænder à l'est de Paris, conclue de celle de Vienne, est de $29^m 45^s, 44$. La différence de ces deux valeurs donne pour la longitude de l'observatoire de Zurich $24^m 51^s, 75$.

La liaison télégraphique de cet observatoire avec celui de Neuchâtel avait déjà donné, à 16 centièmes de seconde près, la même valeur pour sa longitude.

M. Wolf annonce de plus, dans son n° 44, s'être occupé de la théorie des étoiles doubles, et avoir trouvé une nouvelle méthode pour déterminer les éléments de leurs orbites elliptiques, en partie par voie graphique et en partie par le calcul. Il espère améliorer encore cette méthode, et se borne pour le moment à rapporter les valeurs qu'il en a obtenues pour les éléments de l'orbite de l'étoile double ξ de la grande Ourse, savoir un demi-grand axe de 2″,625, une excentricité de 0,381, une durée de révolution de 60,72 années, etc.

Je ne dois pas omettre de citer, en passant, deux autres publications récentes de M. Wolf.

L'une est une *Histoire de l'astronomie* en langue allemande, qui a paru à Munich en 1877. L'autre est un mémoire de 15 pages in-4°, *Sur la période commune à la fréquence des taches solaires et à la variation de la déclinaison magnétique*, inséré, en français, à la fin du tome 43 du Recueil des Mémoires de la Société astronomique de Londres. C'est un résumé très-substantiel des longues recherches de M. Wolf sur le même sujet.

Alfred GAUTIER.

P.-S. M. Wolf a publié, en janvier 1878, le 45me n° de ses *Mittheilungen*. Il est principalement relatif à des manuscrits de catalogues d'étoiles et de traités d'astronomie pratique de Christophore Rothmann, attaché comme mathématicien, vers la fin du 16me siècle, au Landgrave de Hesse Guillaume IV. M. Wolf en doit la communication à M. Bernardi, bibliothécaire à Cassel, et il en donne une analyse détaillée. Ce nouveau fascicule est terminé par la continuation d'un catalogue des instruments, appareils et documents divers appartenant à l'Observatoire de Zurich, et dont le nombre s'élève déjà à 210.

H. WILD.— ANNALEN etc. ANNALES DE L'OBSERVATOIRE PHYSIQUE CENTRAL pour l'année 1876. 1 vol. in-folio. Saint-Pétersbourg, 1877.

Le volume dont nous venons de rapporter le titre, écrit à la fois en allemand et en russe, contient les résultats de la septième année d'observations météorologiques et magnétiques effectuées dans l'observatoire physique central de Pétersbourg, d'abord sous la direction de M. Kupffer, puis, après sa mort, sous celle de M. le professeur Wild de Berne, qui avait institué et dirigé déjà, pendant quelques années, dans cette dernière ville, un système analogue d'observations météorologiques.

Dans ce système, outre les instruments ordinaires qu'on observe à Pétersbourg 3 fois par jour, à 7 h. du matin, 1 h. et 9 h. du soir, on en a d'autres, liés à des appareils enregistreurs, qui permettent de déterminer pour chaque heure du jour et de la nuit les éléments météorologiques, et d'en avoir graphiquement l'indication.

Le volume commence par une introduction d'une vingtaine de pages, dans laquelle M. Wild entre dans le détail des divers instruments météorologiques et magnétiques, de leur comparaison entre eux, et des petites corrections à faire aux observations. Viennent ensuite les registres, heure par heure, des observations, de leurs valeurs *maxima* et *minima* et de leurs moyennes. Nous devons nous borner à citer quelques-uns des résultats, des résumés obtenus en 1876, pour donner une idée du climat de Pétersbourg.

La moyenne annuelle de la température en 1876, résultant des indications du *Thermographe Hasler*, est de + 2°,88 centigrades; celle du mois le plus froid, décembre, a été de —15°,68; celle du plus chaud, juin, de+18°,58. Le *maximum*

de l'année a été de + 31°, 4 en juin, et le *minimum* extraordinairement froid, de — 37°, 8 en décembre.

La hauteur moyenne annuelle en millimètres du *Barographe Hasler* a été de 759mm, 28;
la plus élevée mensuelle, en janvier, de 766, 81;
la moins élevée, en mars de 750, 59;
le *maximum* annuel de hauteur en janvier 787, 8;
le *minimum* » en mars de 729, 9.

L'humidité relative annuelle indiquée par l'*Hygrographe Hasler* a été de 81°, 5;
celle du mois le plus humide (janv.) de 92, 6;
» le plus sec (juin) de 63, 9.

Le *maximum* de 100 a été atteint dans 6 des mois du commencement et de la fin de l'année. Le *minimum* a été de 28 et de 27 en mai et juin.

D'après les indications de l'*Anémographe Adie*, ce sont les vents du sud et de l'ouest qui sont les plus fréquents.

En désignant par 0 un temps clair et par 10 un ciel entièrement couvert, la moyenne nébulosité de l'année, de 6 h. du matin à 10 h. du soir, a été comprise, suivant les heures, entre 7,2 à 9 h. du matin et 5,7 à 10 h. du soir.

Le volume ne contient pas de données relatives aux chutes de pluie et de neige.

Il a été fait des observations de la température du sol à diverses profondeurs, depuis la surface jusqu'à 3 mètres. En voici les résumés annuels :

Température	*minimum* du sol	— 3°, 49
	du sol au soleil	+ 19, 14
	à 3m, 02	+ 6, 38
	à 1, 52	+ 6, 18
	à 0, 81	+ 5, 14
	à 0, 43	+ 4, 27
	à 0, 0	+ 3, 29

Les observations magnétiques ont été instituées avec le

Magnétomètre Adie, et elles sont aussi données d'heure en heure. Nous n'en rapporterons ici que les valeurs moyennes annuelles.

Celle de la déclinaison occidentale a été de		1° 24', 86
La moyenne de l'inclinaison	»	70 46, 12

Celle de l'intensité totale, estimée en unités de Gauss, a été de 4,9750.

A. G.

PHYSIQUE.

SCHNEEBELI. — L'APPLICATION DU TÉLÉPHONE DANS LES COURS. (Société neuchâteloise des Sciences naturelles.)

a) *La démonstration de quelques propriétés des courants d'induction.*

Le téléphone sert dans mes leçons pour la démonstration de quelques phénomènes des courants induits de la manière suivante :

Le courant d'une pile de deux ou trois éléments de Daniell est interrompu et rétabli par un diapason électrique et passe ensuite dans une petite bobine. On approche de celle-ci une seconde bobine dans laquelle se produiront alors des courants d'induction plus ou moins forts à mesure qu'on approche ou éloigne les deux bobines ou que l'on y fait glisser un noyau de fer doux.

En général, on se sert des effets physiologiques pour démontrer à un auditoire les variations des intensités des courants induits. On peut maintenant employer avec avantage le téléphone, en y faisant passer les courants d'induction. Il sort du téléphone un son, dont l'intensité varie suivant l'intensité des courants induits.

b) *Les voyelles et consonnes artificielles.*

Pour démontrer la fonction de la voix, on peut se servir avec avantage du téléphone.

Comme dans l'expérience précédente, on fait passer les courants induits, produits par un diapason électrique, dans le téléphone. Le son du téléphone, comme on peut le prévoir, est l'octave de celui du diapason. Dans notre expérience, j'avais choisi un diapason qui donne sol dièze, avec 200 vibrations simples. Le son qui sort du téléphone est très-pur et peut être entendu par un grand auditoire. En appliquant la main sur l'embouchure du téléphone, et en variant la forme du creux de la main en ouvrant plus ou moins la fente entre le pouce et l'index, on peut facilement produire les voyelles *ou*, *o*, *a*.

Il n'y a pas de doute qu'on arrivera de cette manière à reproduire toutes les voyelles, en choisissant les formes convenables pour la cavité buccale. Avec une petite caisse en carton munie d'une ouverture et d'un cylindre qui s'y introduit, j'ai réussi, en l'appliquant sur le téléphone, à produire les mêmes voyelles.

Les consonnes étant, en ce qui concerne leur production, de nature tout à fait différente, peuvent être imitées pourtant de la même manière. Les consonnes sont produites par le mouvement des organes qui renferment la cavité buccale, tandis que les voyelles sont obtenues par leur forme stationnaire.

Lorsqu'on frappe avec le creux de la main d'une manière répétée sur le téléphone, on peut facilement distinguer la consonne *b*. En agitant doucement la main sur le téléphone, on remarque la consonne *v*.

J'espère pouvoir entretenir bientôt la Société de résultats plus étendus.

Du Bois-Reymond. — Sur le téléphone. Supplément à une communication précédente. (*Archiv für Physiologie*, 1877, p. 582.)

Le 30 novembre dernier je fis part à la Société de Physiologie de Berlin de quelques remarques sur le téléphone, destinées à mettre en lumière de la façon la plus simple la théorie de cet instrument[1]. Je montrai comment les oscillations du potentiel magnétique, proportionnelles aux vibrations pendulaires de l'air devant le téléphone A, devaient avoir pour conséquence la production d'un mouvement vibratoire à peu prés proportionnel dans l'air derrière le téléphone B. Il est certain, cependant, que les choses se passent en réalité d'une manière plus compliquée. Si je dus alors me contenter de ce premier degré d'approximation, cela tenait à ce que je ne disposais pas d'une figure explicative, sans laquelle il m'eût été impossible d'être clair tout en traitant la question avec plus de rigueur.

La vibration élémentaire de l'air dans le cas d'un mouvement périodique composé n'a pas simplement pour expression :

$$x = \sin t,$$

ainsi que je l'ai admis pour abréger, mais :

$$x = A. \sin [2 \pi mt + B]$$

A et B étant des constantes dépendant de la lettre m. Celle-ci prend elle-même successivement les valeurs n, $2\,n$, $3\,n$ .... qui indiquent les nombres de périodes simples par seconde. Il en résulte la relation :

$$P = \text{const. } A. \sin [2 \pi mt + B]$$

et

$$\frac{dP}{dt} = \text{const. } A. 2 \pi m. \cos [2 \pi mt + B]$$

[1] Voy. *Archives*, janv. 1878.

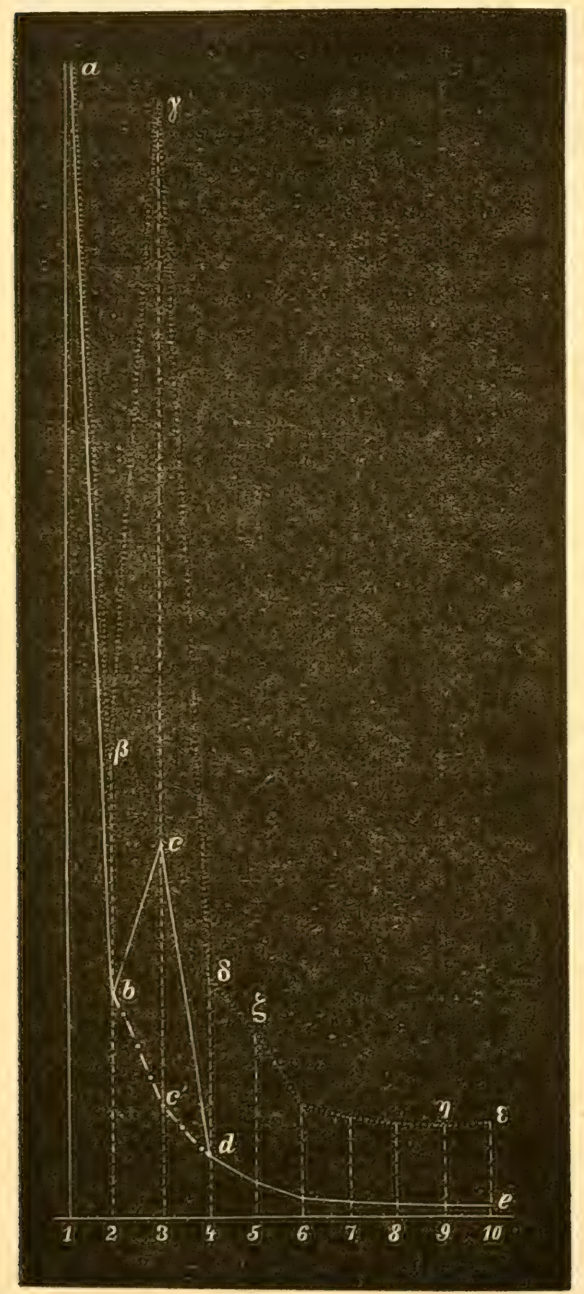
Cette dernière équation montre que, par suite de la transformation des oscillations sinusoïdes en ondes électriques cosinusoïdes, non-seulement les différences de phases s'entremêlent les unes aux autres, mais qu'en outre l'amplitude des ondes électriques cesse d'être proportionnelle aux variations du potentiel et qu'elle augmente même avec la valeur de m.

En général, l'intensité des tons partiels d'un son décroît rapidement avec l'ordre croissant des harmoniques, ce qui revient à dire que A est une fonction de m qui diminue rapidement à mesure que son argument augmente. Par exemple il est de fait que la septième harmonique d'une corde ne peut presque plus être perçue par l'oreille. Il est vrai, pourtant, que toute harmonique peut être accidentellement renforcée par la présence d'un résonnateur approprié, ainsi que cela a lieu pour les sons des voyelles dont le timbre est dû à cette circonstance.

Dans la figure ci-derrière la ligne brisée $a\ b\ c\ d\ e$ représente la loi suivant laquelle l'intensité des tons partiels d'un certain son diminue avec leur ordre croissant. Les nombres inscrits au-dessous de l'axe des abscisses ne désignent pas l'ordre même de ces tons, mais les valeurs successives de la fraction $\frac{m}{n}$ pour chacun d'eux. Ces nombres sont donc supérieurs d'une unité aux numéros d'ordre. Admettons maintenant qu'au second de ces tons partiels, désigné par 3, corresponde une résonnance, en vertu de laquelle l'intensité, au lieu d'être c', se trouve être élevée jusqu'à c. La ligne $a\ b\ c\ d\ e$ pourra ainsi être regardée comme la *caractéristique* du son, puisque celui-ci doit son timbre à la hauteur relative des ordonnées dont les sommets se trouvent sur cette ligne.

Proposons-nous, maintenant, de rechercher ce que deviendront les ordonnées depuis [2] b à [10] e après la transformation des sinusoïdes en cosinusoïdes. Pour plus de simplicité nous supposerons que l'ordonnée de cosinusoïde correspondant à

l'ordonnée de sinusoïde du ton fondamental et pour laquelle $m = n$, soit précisément égale à celle-ci. Ces deux ordonnées ne sont pas représentées dans la figure. Celles des cosinusoïdes qui suivent s'obtiennent en multipliant pour chacune d'elles l'ordonnée de la sinusoïde correspondante par le rapport $\frac{m}{n}$. On trouve de la sorte $[2]\beta = 2 \times [2]\,b$; $[3]\gamma = 3 \times [3]\,c$ etc. Ainsi s'obtient la ligne brisée ponctuée $\alpha\beta\gamma\delta\zeta\eta\varepsilon$ qui montre la loi suivant laquelle l'amplitude des cosinusoïdes correspondant aux sinusoïdes des tons partiels varie avec l'ordre de ces tons.



On voit que, bien que les intensités relatives soient altérées, la forme générale de la *caractéristique* demeure cependant la même, et qu'en particulier le renforce-

ment du deuxième ton partiel est suffisant pour assurer la conservation du timbre primitif du son.

La forme en apparence irrégulière de la nouvelle caractéristique, l'angle concave vers l'une des abscisses en ζ et aussi l'angle convexe en η, sont dus à ce que le décroissement de A et l'accroissement de m sont inverses l'un de l'autre et à ce que en vertu de la loi de la caractéristique primitive adoptée arbitrairement (en l'absence de données expérimentales) pour le décroissement de A, il arrive que ces deux facteurs prédominent alternativement l'un sur l'autre. Lorsque la courbure de la caractéristique primitive est peu accentuée, la portion concave de la nouvelle caractéristique peut présenter une saillie marquée du côté des abscisses en ζ tandis que la convexité en η se dessine de plus en plus à mesure que l'intensité des tons partiels d'ordre supérieur diminue.

Il est incontestable qu'il doit en résulter une altération du timbre; mais personne ne soutiendra cependant que la théorie du téléphone, telle que je viens de l'exposer, implique une modification du timbre plus marquée que celles qui s'observe dans la pratique.

CHIMIE

A.-G. Eckstrand. Sur un trinitronaphtol. (*Berichte d. d. ch. Ges.* XI, 161, Zurich.)

Ce chimiste a réussi à obtenir un dérivé trinitré du naphtol, en chauffant ce corps pendant plusieurs heures à 40°-50° avec un mélange d'acide nitrique fumant et d'acide ordinaire concentré. Cristallisé de l'acide acétique glacial, le trinitronaphtol se présente sous forme de petits cristaux, feuilles ou prismes, d'un jaune clair, fusibles à 176°; il est

monobasique, comme l'indique la formule $C_{10}H_4(NO_2)_3OH$. Les sels cristallisent facilement, ils sont solubles dans l'alcool, chauffés ils détonnent. Le corps nitré réduit par l'étain et l'acide chlorhydrique donne un sel double, et en précipitant l'étain on obtient, par évaporation, le chlorhydrate de la base sous forme d'aiguilles qui se colorent en rouge à l'air, ainsi que par l'addition de chlorure de fer.

G. Zetter. Dérivés chlorés et bromés du phenanthrène. (*Berichte* XI, 164, Zurich.)

Le chlore sec agit déjà à froid sur le phenanthrène seul, ou même dissout dans l'acide acétique glacial ; M. Zetter a isolé le tétrachlorure du dichlorphenanthrène $C_{14}H_8Cl_2 . Cl_4$ ce sont des cristaux ayant la forme de lances très-solubles dans l'alcool, fusible à 145° et perdant facilement 2 atomes de chlore.

A côté de cet hexachlorure, on peut encore isoler le mono- et le bichlorphenanthrène, qui sont des corps peu stables et non cristallisables.

Le tetrachlorphenanthrène s'obtient au moyen du perchlorure d'antimoine, ce sont des aiguilles courtes peu solubles dans l'alcool, bien dans l'éther, fusibles à 171°-172°, sublimables.

Le tri et le pentachlorphenanthrène n'ont pas pu être obtenus. L'hexachlorphenanthrène $C_{14}H_4Cl_6$ forme des aiguilles fusibles à 250°. L'octochlorphenanthrène fond vers 270°-280°.

Le dernier produit de chloruration est le perchlorbenzol.

En faisant agir du brome de différentes manières sur le phenanthrène, Zetter a obtenu :

1° Deux dérivés bibromés isomères, l'un fusible à 146°-148° forme des aiguilles, l'autre fusible à 158° forme des tables.

2° Le tribromphenanthrène déjà connu, fusible à 125°-126°.

3° Le tetrabromphenanthrène qui sublime en aiguilles fondant à 183°-185°.

4° L'hexabromphenanthrène fusible à 245°, et enfin

5° L'hephtabromphenanthrène fusible au-dessus de 270°.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

J. BARROIS. RECHERCHES SUR L'EMBRYOLOGIE DES BRYOZOAIRES. In-4°, avec XVI pl. Lille, 1877.

L'embryogénie des Bryozoaires a toujours été l'une des plus arriérées. D'après les descriptions jusqu'ici données, le développement de leurs différents groupes semblait devoir se rapporter à plusieurs types distincts; les importantes recherches de M. Barrois l'ont amené, au contraire, à n'en reconnaître qu'un seul, et à tout ramener à la marche générale découverte par Grant en 1827, et qui consiste dans trois grandes périodes : 1° Formation d'une larve aux dépens de l'œuf. 2° Destruction de l'organisme larvaire pour former un stade composé d'une couche externe renfermant dans son intérieur un amas graisseux. 3° Formation de l'adulte aux dépens de ce stade de développement rétrograde.

Ce type fondamental d'embryogénie a été interprété par Nitsche de la manière suivante : 1° La structure de la larve est plus ou moins complexe, mais les différents organes qu'elle peut acquérir ne sont que des résultats d'adaptation et n'ont aucune valeur dans la marche générale du développement : la larve se compose essentiellement d'un simple sac appelé *cystide*, qui représente la forme primitive du groupe des Bryozoaires. 2° L'état du développement rétrograde corespond à la perte de ces caractères adaptatifs acquis pendant l'état larvaire et à un retour à l'état de cystide, aux

dépens duquel continue ensuite le reste du développement: tout l'état larvaire et l'état suivant de rétrogradation ne sont que des perturbations du développement normal, qui consiste surtout : 1° dans la formation directe d'un cystide, 2° dans la formation du polypide à son intérieur.

M. Barrois a pensé qu'avant de considérer les caractères des larves comme ne résultant que de l'adaptation, il était nécessaire de les étudier tous avec le plus grand soin, de les comparer dans les divers groupes et de n'admettre comme adaptatifs que ceux dont l'inconstance serait bien reconnue : de là une longue série d'études sur les formes larvaires des Bryozoaires, études qui constituent la partie essentielle de son grand travail, et qui sont éclairées par de nombreuses et très-belles figures. Il a été conduit ainsi à ramener toutes les formes larvaires des Bryozoaires à un type unique qu'il regarde comme étant la forme primitive du groupe, et qui diffère beaucoup du simple cystide regardé par Nitsche comme constituant cette forme primitive.

Les différentes assertions de M. Barrois reposent aussi bien sur l'étude des larves à l'état complet que sur leur mode de formation à partir de l'œuf. Nous ne pouvons pas suivre l'auteur dans les détails et nous nous contenterons de donner ici les résultats de ses recherches tels qu'il les expose dans ses conclusions.

La forme primitive des Bryozoaires se compose d'une peau (exoderme), et d'un tube digestif (endoderme) relié à la première par une masse musculaire qui occupe le pôle opposé à la bouche ; la peau est divisée en deux faces opposées, séparée l'une de l'autre par une couronne ciliaire ; la première de ces faces, appelée *face orale*, est la moins volumineuse ; elle porte la bouche et est susceptible de se rétracter de manière à former une espèce de vestibule ; la seconde, appelée face *aborale*, est plus volumineuse, elle peut se refermer en forme de sphincter au-dessus de la couronne et de la face orale, de manière à former toute la peau externe.

De cette forme primitive dérivent directement trois formes

principales: celles des Entoproctes, des Cyclostomes et des Escharines.

1° Celle des Entoproctes en dérive simplement par la formation d'organes appendiculaires, le premier situé sur la face orale, les deux autres sur la face aborale.

2° Celle des Cyclostomes en dérive par un accroissement spécial de la couronne ciliaire, qui perd ses cils et se développe en une espèce de manteau qui s'accroît en arrière et vient recouvrir toute la face aborale.

3° Celle des Escharines, qui en dérive d'abord par une division de la face aborale en deux parties distinctes, dont la postérieure se transforme en organe adhésif (ventouse), ensuite par un retrait de toute cette face en dedans de la couronne, de manière à donner à la larve une forme discoïde.

De cette dernière forme dérivent à leur tour des formes secondaires encore plus compliquées et qui constituent l'ensemble des larves des groupes des Chilostomes et des Cyclostomes. Ces formes dérivées sont au nombre de quatre: celles des Cellularines, des Vésiculaires, de l'Alcyonidium, et le Cyphonautes.

Les Cellularines forment la modification la moins complexe; elles dérivent directement du type des Escharines par une simple extension des cellules de la couronne, qui s'allongent de manière à recouvrir le corps tout entier; elles sont reliées aux Escharines par les formes intermédiaires des Molliés, des Cellépores et des Discopores.

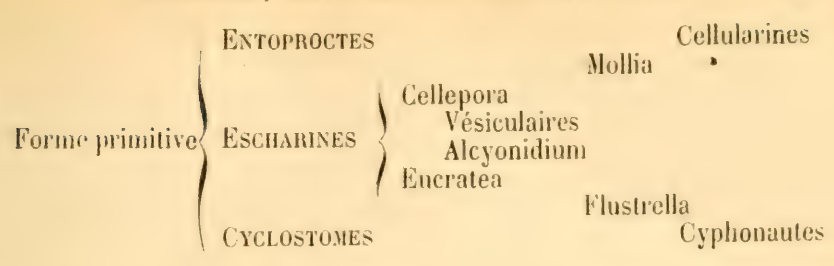
Les trois autres modifications du type des Escharines résultent toutes d'un phénomène précurseur commun, qui consiste en ce que le phénomène du retrait de la face orale en dedans de la couronne, au lieu de se faire seulement à l'éclosion, se manifeste (sans doute par une abréviation du développement) dès les premiers temps de l'embryogénie, et même avant la formation de l'organe adhésif (ventouse).

Chez les Vésiculaires, on voit ce phénomène de retrait s'exagérer au point de faire rentrer toute la face aborale en dedans de la couronne, qui s'allonge et finit par recouvrir le

corps tout entier, de même que chez les Cellularines; seulement nous voyons que cette extension de la couronne n'est plus due, comme dans le premier cas, à un simple accroissement de cellules de la couronne, mais surtout à une exagération du processus de retrait, ce qui fait que les cellules de la couronne, au lieu d'être moulées à la surface du corps et d'en suivre tous les contours comme dans les Cellularines, forment plutôt ici une enveloppe rigide, à chaque extrémité de laquelle font saillie ce qui reste des faces orale et aborale.

L'Alcyonidium et le Cyphonautes résultent tous deux de la disparition de la ventouse comme partie distincte et de la suppression de la division de la face aborale en deux parties; il ne subsiste plus qu'une volumineuse masse arrondie (masse aborale) légèrement enfoncée en dedans de la couronne; la seule différence qui existe entre les deux types provient simplement du mode de disparition de cette ventouse. Chez l'Alcyonidium, il y a un accroissement exagéré de la ventouse qui fait que celle-ci finit par envahir toute la face aborale et par se confondre avec elle; on voit donc, à un moment donné de l'embryogénie, la masse aborale tout entière se transformer en ventouse. Chez le Cyphonautes il y a une réduction de plus en plus forte de la ventouse jusqu'à disparition complète de celle-ci; la masse aborale devient dès lors libre de suivre un développement d'une nature spéciale, et c'est ce qui donne lieu à la formation des deux valves chitineuses qui forment la coquille du Cyphonautes. Le Cyphonautes du Membranipore est relié au type des Escharines par le Cyphonautes de la Flustrella et la larve de l'Eucratée.

Le tableau suivant donné par M. Barrois, résume toutes les relations des différentes formes larvaires entre elles.



Nous voyons, qu'au lieu de ne consister qu'en un simple sac, conformément à la théorie du Cystide, la forme primitive des Bryozoaires est un organisme complexe, à trois feuillets embryonnaires, et d'une organisation équivalente à celle de l'adulte. M. Barrois s'appuie sur la ressemblance que présentent certaines larves avec la forme adulte (Pédicellaire), de même que sur la propriété constante de la face orale de se rétracter en vestibule, pour admettre que le tube digestif, la face orale et la face aborale des larves sont respectivement homologues au tube digestif, à la gaîne tentaculaire et à l'endocyste de l'adulte ; tous les organes essentiels sont déjà formés dans la larve, et il n'y a plus besoin, pour passer à l'adulte, que d'une simple métamorphose. Reste à expliquer la période de développement rétrograde. M. Barrois admet qu'elle résulte simplement d'une abréviation de la métamorphose analogue à celle qui produit la métamorphose complète des insectes : les processus de transformation de chaque organe en particulier faisant place à un processus plus rapide de dégénérescence générale suivi d'une période de néoformation.

L'auteur termine en indiquant les résultats qui découlent de ses recherches au point de vue des affinités du groupe des Bryozoaires. Parmi tous les rapprochements tentés jusqu'ici, deux seulement peuvent se confirmer par l'embryogénie : 1° Les Rotifères possèdent la même division générale du corps que la forme primitive des Bryozoaires (faces orale et aborale séparées par la couronne) et présentent de plus des ressemblances frappantes avec certaines larves de Bryozoaires (Entoprocte). 2° Les Brachiopodes, bien que possé-

dant, dans leur état larvaire, une division du corps complétement différente, semblent cependant pouvoir, par disparition de la couronne ciliaire et extension du segment thoracique en manteau, reprendre dans certains types une structure qui permet de les comparer aux larves de Bryozaires et surtout à celles dont la couronne s'étale aussi en manteau (Cyclostomes); leur segment caudal représente alors la face aborale; le segment céphalique la face orale, et le segment thoracique la couronne. Il est encore bien difficile, tant qu'on n'a pas sur l'embryogénie des Rotifères des données complètes, de déterminer lequel de ces rapprochements est le plus sérieux; M. Barrois cependant paraît plutôt disposé à admettre une affinité réelle avec les Rotifères, et à ne voir qu'un simple parallélisme avec les Brachiopodes.

BOTANIQUE.

GOMES (B. BARROS). NOTICE SUR LES ARBRES FORESTIERS DU PORTUGAL. (*Journal de Sciencias*, etc., 1878.)

Cet article, rédigé en français, dans le *Journal des Sciences* de Lisbonne, est un résumé intéressant, avec carte coloriée, de la distribution des dix espèces ligneuses les plus importantes du Portugal. Le pays se divise, à ce point de vue, en trois régions. Le Pin maritime (*Pinus Pinaster* Sol.) et le Pin Pignon (*P. Pinea*) dominent sur la côte, depuis le nord jusqu'à l'embouchure du Tage. Les chênes à feuilles caduques (*Quercus Robur* et *Q. Toza*) caractérisent la partie montagneuse à l'est de la précédente. Enfin les chênes à feuilles persistantes (*Q. Ilex* ou yense et *Q. Suber* ou liége) dominent dans tout le midi. Le *Quercus lusitanica* est moins abondant. Le châtaignier (*Castanea*) dans quelques districts du nord et du centre, et le caroubier (*Ceratonia*) à l'extrémité méridionale.

offrent ceci de particulier d'avoir été souvent plantés ou semés, bien que ce soient des espèces indigènes. Les Portugais sont moins disposés que les Espagnols, les Arabes ou les Grecs, à détruire les arbres. Il paraît même que la plantation d'oliviers, liéges et caroubiers est entrée, depuis longtemps, dans la pratique agricole du pays.

Dr Ernst. Vargas considerado como botanico. Broch. in-4°. Caracas, déc. 1877.

Le Dr José-Maria Vargas est connu pour avoir communiqué des plantes intéressantes à quelques botanistes européens. en particulier à Augustin-Pyramus de Candolle, qui les a décrites dans le *Prodromus*. Ce savant américain, après avoir professé la botanique à Caracas, avait été nommé Président de la république de Vénézuela, et en cette qualité il a rendu de grands services, qui ne sont pas oubliés dans le pays. Ses restes viennent d'être transportés solennellement au Panthéon national, et, à cette occasion, M. le Dr Ernst a publié une notice dans laquelle il énumère ses titres au point de vue botanique. Il donne plusieurs lettres que de Candolle et quelques-uns de ses amis lui avaient écrites, et termine par la description d'un genre nouveau de Marcgraviacée dédié à Vargas (*Vargasia*), celui de la famille des Composées proposé dans le Prodromus n'étant pas admis par MM. Bentham et Hooker. Le Vargasia Ernst compte deux espèces.

Masters (D^r). Morphology of the Primulaceæ. (*Trans. of the Linn. soc.* Second ser. V. I, 1877.)

Dans ce mémoire de seize pages, accompagné de trois planches, l'auteur expose et interprète, avec une lucidité très-remarquable, les faits les plus importants de monstruosités

observés dans les Primulacées, par lui ou par d'autres botanistes. C'est un sujet dans lequel il était difficile d'être bref. clair et prudent en ce qui concerne les déductions, mais l'auteur de la *Vegetable teratology* a donné souvent la preuve qu'il possède ces qualités. La virescence, les partitions et les doublements des parties externes de la fleur des Primulacées ont été souvent décrites : quelques points seulement méritaient une attention spéciale. Ainsi les doublements, en deux lames superposées, sont très-fréquents dans les monstruosités et les étamines ordinaires des *Primula* sont devant les lobes de la corolle. La plupart des auteurs ont vu le lobe se développer après l'étamine, mais M. Masters doute que ce soit toujours le cas, du moins dans les fleurs du *Lysimachia nummularia*.

Les lobes pétaloïdes qui se forment en grand nombre dans les monstruosités de primevères à fleurs doubles portent souvent des ovules sur leurs bords, ou sur la nervure centrale, ou sur un doublement du côté intérieur de ces organes. On a, dans ce cas, un acheminement à des placentas centraux. Cependant le placenta central, au milieu d'une cavité ovarienne et au-dessous d'un style, existe dans ces fleurs monstrueuses, et d'ailleurs le rapprochement des feuilles qui portent accidentellement des ovules sur la face intérieure donnerait un ovaire à placentas pariétaux. M. Masters reconnaît donc, dans son résumé, que les Primulacées ont bien un placenta central, prolongation de l'axe. Il remarque, il est vrai, non sans raison, que la distinction de l'axe et des feuilles est plus d'apparence et d'utilité pour les descriptions que de diversité fondamentale. Effectivement ce sont des ramifications du tissu de la plante. On les distingue à cause de leurs positions et de leurs formes, ordinairement différentes, mais par leur nature foncièrement homogène on doit s'attendre à des ressemblances et à des états intermédiaires.

Alph. DC.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MARS 1878.

Le 5, faible gelée blanche le matin, minimum + 1°,2.

10, gelée blanche le matin.

13, à 6 h. du soir, giboulée de neige, par une forte bise.

14, forte bise tout le jour.

15, la bise commence à souffler avec force à 2 h. après midi et dure jusqu'au 17 au soir; elle a été très-forte dans la soirée du 16 et dans la nuit du 16 au 17.

18, à 6 h. matin quelques flocons de neige.

19, à 8 h. matin, faible chute de neige.

20, forte bise tout le jour.

22, gelée blanche le matin.

24, faible chute de neige à 6 h. matin.

25, neige le matin de bonne heure jusqu'à 8 h.; à 4 h. après midi fort coup de tonnerre pendant une bourrasque de neige et de vent du SO.; à $7^3/_4$ heures éclairs au NO. La hauteur de la neige tombée à différentes reprises dans la journée est de 53^{mm}.

26, neige dans la nuit et le matin, hauteur 27^{mm}. La neige tombée ces deux jours avait déjà disparu dans la plaine le 26 au soir.

29, de $6^1/_2$ à 7 h. du soir, éclairs au SO.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 10 h. matin	740,50	Le 2 à 4 h. après midi	728,57
9 à 10 h. matin	731,02	8 à 4 h. après midi	727,00
11 à 10 h. soir	735,24	10 à 4 h. après midi	728,00
14 à 8 h. soir	732,56	13 à 4 h. après midi	728,00
17 à 10 h. soir	734,76	15 à 4 h. après midi	729,21
20 à 6 h. soir	732,69	19 à 4 h. après midi	728,67
23 à 10 h. soir	719,20	23 à 2 h. après midi	713,86
26 à 10 h. soir	731,08	24 à 10 h. soir	715,14
31 à 10 h. soir	718,09	29 à 6 h. soir	703,41

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	cm
1	733,16	+ 7,33	+10,10	+ 7,12	+ 7,1	+14,2	7,65	+3,18	845	+ 57	660	980	2,7	4	variable	0,93	+6,7	+ 1,3	99,7
2	729,93	+ 4,17	+ 9,11	+ 6,02	+ 4,3	+17,0	6,48	+2,00	756	— 30	510	890	. . .	. . .	variable	0,76	7,0	+ 1,5	104,9
3	734,33	+ 8,63	+ 9,49	+ 6,29	+ 6,5	+13,8	6,56	+2,07	760	— 23	610	870	. . .	. . .	NE. 1	0,23	. . .	.....	99,0
4	739,46	+13,82	+ 8,12	+ 4,80	+ 3,9	+12,6	5,94	+1,43	749	— 32	530	900	. . .	. . .	N. 1	0,11	7,6	+ 2,1	102,0
5	737,14	+11,56	+ 7,32	+ 3,89	+ 1,2	+12,5	5,70	+1,18	750	— 29	550	970	. . .	. . .	NE. 1	0,28	7,6	+ 2,0	102,0
6	736,02	+10,49	+ 7,96	+ 4,41	+ 4,0	+13,9	5,00	+0,47	657	—119	340	810	. . .	. . .	SO. 2	0,80	7,6	+ 2,0	105,5
7	730,12	+ 4,65	+ 7,73	+ 4,07	+ 6,7	+10,1	5,72	+1,17	647	—127	600	800	3,0	10	SSO. 1	0,99	6,9	+ 1,2	101,9
8	727,63	+ 2,22	+ 7,97	+ 4,19	+ 6,8	+11,0	5,01	+0,45	653	—118	460	770	0,8	3	SO. 2	0,82	6,5	+ 0,8	101,8
9	730,39	+ 5,03	+ 4,55	+ 0,65	+ 1,0	+ 8,3	3,86	—0,72	648	—121	480	820	. . .	. . .	variable	0,51	6,3	+ 0,4	106,7
10	728,72	+ 3,42	+ 3,30	— 0,72	— 2,2	+ 9,2	4,72	+0,13	807	+ 41	570	940	0,3	1	NNE. 1	0,76	. . .	.....	102,0
11	733,81	+ 8,56	+ 5,78	+ 1,64	+ 1,8	+10,1	5,06	+0,45	758	— 6	460	970	. . .	. . .	variable	0,57	6,9	+ 1,0	104,8
12	731,85	+ 6,65	+ 6,78	+ 2,52	+ 5,0	+ 8,9	5,60	+0,97	779	+ 18	660	840	1,1	6	SO. 1	0,99	6,7	+ 0,8	104,2
13	729,02	+ 3,87	+ 2,62	— 1,76	— 0,7	+ 7,0	3,69	—0,95	713	— 46	450	1000	. . .	. . .	N. 2	0,88	6,6	+ 0,6	105,3
14	732,00	+ 6,90	+ 0,70	— 3,81	— 1,8	+ 3,7	3,62	—1,04	766	+ 10	600	830	. . .	. . .	NE. 2	0,31	6,3	+ 0,3	107,2
15	729,89	+ 4,84	— 0,38	— 5,01	— 2,8	+ 2,8	3,55	—1,13	809	+ 55	660	890	. . .	. . .	NNE. 2	0,38	6,3	+ 0,2	105,2
16	731,91	+ 6,90	— 1,69	— 6,44	— 3,7	+ 1,3	3,23	—1,47	808	+ 57	700	830	. . .	. . .	NNE. 3	0,28	5,1	— 1,1	107,7
17	733,86	+ 8,90	— 1,12	— 6,00	— 4,4	+ 2,0	3,19	—1,53	757	+ 8	630	800	. . .	. . .	NNE. 3	0,15	. . .	.....	110,0
18	733,19	+ 8,27	+ 1,36	— 3,64	— 1,2	+ 4,7	3,79	—0,95	768	+ 21	570	960	. . .	. . .	NNE. 1	0,90	5,4	— 0,9	103,6
19	729,21	+ 4,33	+ 3,02	— 2,11	— 0,8	+ 6,0	4,91	+0,14	855	+111	770	870	0,2	2	N. 1	0,86	5,6	— 0,7	102,5
20	732,23	+ 7,39	+ 6,79	+ 1,53	+ 3,7	+10,9	5,05	+0,26	706	— 36	470	900	. . .	. . .	NNE. 2	0,60	5,9	— 0,5	99,1
21	730,96	+ 6,15	+ 6,97	+ 1,59	+ 3,5	+11,1	5,26	+0,44	723	— 17	530	810	. . .	. . .	NNE. 2	0,34	6,2	— 0,3	101,3
22	724,83	+ 0,06	+ 8,15	+ 2,64	— 0,6	+15,0	4,81	—0,03	619	—119	360	970	. . .	. . .	NNE. 1	0,23	6,4	— 0,1	101,6
23	715,74	— 9,00	+ 4,50	— 1,14	+ 0,5	+10,6	4,72	—0,15	784	+ 49	580	920	5,6	7	SO. 2	0,90	6,2	— 0,4	99,5
24	717,71	— 7,00	+ 0,34	— 5,43	— 3,2	+ 3,7	3,58	—1,32	786	+ 53	440	1000	0,2	1	S. 1	0,55	. . .	.....	100,9
25	716,93	— 7,75	— 0,31	— 6,21	— 2,2	+ 4,6	3,54	—1,39	828	+ 97	410	1000	3,9	4	SSO. 2	0,87	5,7	— 1,0	98,8
26	727,41	+ 2,76	— 0,12	— 6,15	— 2,1	+ 4,9	3,59	—1,37	809	+ 80	590	920	1,1	2	variable	0,68	5,9	— 0,9	100,5
27	726,95	+ 2,32	+ 0,93	— 5,24	— 5,6	+ 6,2	2,99	—2,00	637	— 90	400	1000	. . .	. . .	variable	0,58	5,9	— 1,0	100,7
28	716,92	— 7,68	+ 3,21	— 3,09	+ 0,7	+ 6,0	5,27	+0,24	924	+199	800	990	1,1	3	NNE. 1	0,95	5,9	— 1,1	100,4
29	705,38	—19,20	+ 7,61	+ 1,18	+ 2,2	+13,9	5,20	+0,14	697	— 26	380	970	2,4	4	variable	0,79	6,8	— 0,2	102,5
30	705,96	—18,60	+ 4,54	— 2,02	+ 1,6	+ 8,0	4,59	—0,50	748	+ 27	580	790	0,7	3	SSO. 2	0,89	6,1	— 1,0	100,2
31	716,11	— 8,44	+ 2,00	— 4,70	+ 0,2	+ 5,4	3,40	—1,73	670	— 49	460	860	. . .	. . .	variable	0,66	. . .	.....	98,2

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1878.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	732,70	733,21	733,30	733,06	732,25	731,98	732,29	732,68	732,68
2e »	731,62	732,02	732,20	731,94	731,35	731,21	731,52	731,90	732,01
3e »	719,41	719,53	719,28	718,63	717,73	717,68	718,11	718,64	718,91
Mois	727,64	727,97	727,97	727,58	726,81	726,66	727,01	727,45	727,58
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 4,81	+ 5,72	+ 8,18	+10,48	+10,61	+ 9,93	+ 9,14	+ 8,40	+ 7,35
2e »	+ 0,56	+ 1,44	+ 2,75	+ 4,19	+ 4,95	+ 4,72	+ 3,65	+ 2,93	+ 2,03
3e »	+ 1,04	+ 2,47	+ 4,63	+ 5,47	+ 6,87	+ 5,83	+ 4,91	+ 3,52	+ 2,49
Mois	+ 2,10	+ 3,19	+ 5,17	+ 6,67	+ 7,46	+ 6,80	+ 5,87	+ 4,90	+ 3,91
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	5,58	5,64	5,75	5,81	5,67	5,88	5,71	5,69	5,62
2e »	4,03	3,98	4,10	3,97	4,29	4,36	4,45	4,29	4,43
3e »	4,41	4,40	4,38	4,42	4,08	4,18	4,30	4,18	4,44
Mois	4,67	4,67	4,73	4,72	4,66	4,79	4,81	4,70	4,81
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	857	812	704	608	587	636	657	691	731
2e »	830	765	717	640	663	678	741	745	818
3e »	895	792	675	654	553	618	672	715	805
Mois	862	790	698	734	599	643	688	717	786

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 3,93	+12,26	0,62	+ 7,02	6,8	102,5
2e »	— 0,49	+ 5,74	0,59	+ 6,09	1,3	105,0
3e »	— 0,45	+ 8,13	0,68	+ 6,12	15,0	100,4
Mois	+ 0,95	+ 8,69	0,63	+ 6,39	23,1	102,6

Dans ce mois, l'air a été calme 0,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,38 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 3°,3 O. et son intensité est égale à 13,74 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MARS 1878.

Le 1er, brouillard une partie de la journée.
3, brouillard le matin et le soir.
6, brouillard le matin, forte bise.
7, brouillard et neige tout le jour, forte bise.
8, brouillard tout le jour, très-forte bise.
9, brouillard le matin, forte bise.
11, brouillard presque tout le jour, forte bise.
12, brouillard tout le jour; neige par intervalles, qui n'a pas pu être recueillie à cause de la violence de la bise.
13, brouillard tout le jour, très-forte bise.
14, brouillard le matin et le soir, forte bise.
15, brouillard le matin.
18, brouillard tout le jour, forte bise.
19, brouillard presque tout le jour, forte bise.
20, brouillard tout le jour, forte bise.
23, neige tout le jour; très-fort vent du SO. jusqu'à 2 h., depuis 3 h. forte bise; une grande partie de la neige tombée a été emportée par le vent.
24, brouillard jusqu'à 4 h. du soir, forte bise.
25, neige le matin et le soir.
26, brouillard tout le jour, très-forte bise.
28, neige et brouillard tout le jour.
29, brouillard le matin, neige le soir, fort vent du SO.
30, neige tout le jour, fort vent du SO. le matin.
31, brouillard tout le jour, forte bise. La neige marquée pour ce jour est tombée dans la nuit du 30 au 31.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 10 h. soir	569,33	Le 2 à 6 h. soir	567,26
4 à 10 h. matin	574,53	7 à 6 h. matin	561,46
7 à 6 h. soir	564,05	8 à 10 h. soir	558,84
11 à 6 h. soir	567,26	13 à 4 h. après midi	556,43
14 à 10 h. soir	560,95	15 à 2 h. après midi	558,38
18 à 10 h. soir	562,46	19 à 2 h. après midi	560,83
20 à 10 h. soir	566,19	24 à 8 h. matin	548,07
26 à 10 h. soir	560,44	30 à 2 h. après midi	544,28
31 à 10 h. soir	551,44		

SAINT-BERNARD. — MARS 1878.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.				
1	568,99	+ 9,30	568,80	569,33	+ 0,34	+ 8,57	— 1,4	+ 2,0	.....	.....	....	NE.	1	0,86
2	567,63	+ 7,95	567,26	568,25	+ 1,14	+ 9,31	— 1,0	+ 4,8	.....	.....	....	NE.	1	0,12
3	569,91	+10,23	567,92	572,24	— 2,27	+ 5,84	— 3,2	— 0,2	.....	.....	....	NE.	1	0,53
4	574,31	+14,64	573,79	574,53	+ 0,78	+ 8,83	— 1,4	+ 4,0	.....	.....	....	NE.	1	0,24
5	572,62	+12,95	571,64	573,72	— 0,39	+ 7,60	— 2,4	+ 1,8	.....	.....	....	NE.	1	0,06
6	568,22	+ 8,56	565,97	570,52	— 5,04	+ 2,88	— 6,7	— 3,2	.....	.....	....	NE.	2	0,63
7	562,92	+ 3,26	561,46	564,05	— 6,25	+ 1,60	— 6,4	— 4,6	180	12,0	....	NE.	2	1,00
8	559,68	+ 0,02	558,84	561,00	— 6,63	+ 1,15	— 7,5	— 5,1	.....	.....	....	NE.	3	1,00
9	561,81	+ 2,14	560,04	562,98	—10,11	— 2,40	—11,4	— 7,1	.....	.....	....	NE.	2	0,39
10	562,90	+ 3,23	562,58	563,27	— 3,68	+ 3,96	— 7,2	+ 0,5	.....	.....	....	NE.	1	0,29
11	566,10	+ 6,42	564,59	567,26	— 7,72	— 0,16	— 8,4	— 5,8	.....	.....	....	NE.	2	0,91
12	563,69	+ 4,00	562,46	564,90	— 7,04	+ 0,44	— 7,6	— 5,4	.....	.....	....	NE.	2	1,00
13	558,20	— 1,50	556,43	561,22	—13,28	— 5,88	—16,5	—10,6	.....	.....	....	NE.	3	1,00
14	560,24	+ 0,53	559,24	560,95	—16,47	— 9,15	—18,2	—14,6	.....	.....	....	NE.	2	0,68
15	558,80	— 0,93	558,38	559,15	—15,71	— 8,48	—18,5	—12,9	.....	.....	....	NE.	1	0,43
16	560,36	+ 0,61	559,64	561,04	—15,64	— 8,50	—17,4	—13,0	.....	.....	....	NE.	1	0,14
17	561,25	+ 1,48	560,34	562,33	—16,68	— 9,63	—18,6	—15,0	.....	.....	....	NE.	1	0,17
18	562,20	+ 2,41	561,85	562,46	—12,22	— 5,26	—14,0	— 9,2	.....	.....	....	NE.	2	1,00
19	561,42	+ 1,60	560,83	562,95	— 7,63	— 0,76	— 9,2	— 5,4	.....	.....	....	NE.	2	0,82
20	564,82	+ 4,97	563,22	566,19	— 6,54	+ 0,23	— 7,5	— 4,2	.....	.....	....	NE.	2	0,99
21	565,38	+ 5,50	565,07	565,73	— 4,02	+ 2,65	— 8,0	— 0,7	.....	.....	....	NE.	1	0,00
22	561,14	+ 1,23	559,42	563,03	— 2,73	+ 3,84	— 6,0	+ 2,0	.....	.....	....	NE.	1	0,00
23	551,87	— 8,07	550,08	554,49	— 8,06	— 1,59	—14,0	— 3,7	200	14,0	....	variable		0,98
24	548,66	—11,32	548,07	549,28	—16,53	—10,16	—17,4	—15,0	....	.....	....	NE.	2	0,63
25	549,82	—10,20	548 90	550,97	—13,64	— 7,38	—15,9	—10,4	40	2,9	....	NE.	1	0,64
26	556,63	— 3,43	553,28	560,44	—16,01	— 9,85	—17,1	—14,3	.....	.....	....	NE.	3	0,91
27	559,31	— 0,79	559,04	559,65	— 7,88	— 1,83	—16,1	— 2,3	.....	.....	....	SO.	1	0,53
28	555,51	— 4,64	554,37	556,66	— 9,91	— 3,97	—11,1	— 8,0	50	3,0	....	SO.	2	0,98
29	548,58	—11,62	546,18	551,53	— 7,66	— 1,83	— 8,4	— 6,7	.....	.....	....	SO.	2	1,00
30	545,60	—14,65	544,28	546,67	— 8,18	— 2,46	—10,3	— 6,0	220	14,6	....	SO.	2	1,00
31	549,57	—10,73	547,45	551,44	—12,82	— 7,22	—14,8	—10,1	90	6,2	....	NE.	2	0,99

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1878.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	566,81	566,93	566,94	567,02	566,92	566,85	566,96	566,98	567,12
2e »	561,51	561,62	561,68	561,68	561,57	561.58	561,84	562,08	562,17
3e »	554,10	554,04	554,06	553,92	553,59	553,60	553,61	553,81	553,92
Mois	560,59	560,64	560,68	560,65	560,46	560,44	560,57	560,73	560,80
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 4,11	— 3,53	— 2,13	— 1,30	— 1,50	— 1,91	— 3,23	— 3,61	— 3,53
2e »	—12,85	—12,00	—10,62	— 9,96	— 9,89	—10,46	—11,88	—12,42	—12,90
3e »	—11,52	— 9,92	— 8,37	— 7,50	— 7,47	— 8,11	— 9,72	—10,37	—10,86
Mois	— 9,56	— 8,53	— 7,08	— 6,29	— 6,33	— 6,87	— 8,32	— 8,85	— 9,16

	Min. observé.	Max. observé.	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 4,86	— 0,81	0,51	12,0	180
2e »	—13,59	— 9,61	0,71	—	—
3e »	—12,65	— 6,84	0,70	40,7	600
Mois	—10,44	— 5,79	0,64	52,7	780

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 5,51 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 116,5 sur 100.

REVUE

DES

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

EN 1877

par M. Marc MICHELI.

(Suite[1].)

§ 5. *La chlorophylle, sa constitution; son rôle dans l'assimilation; respiration.*

Liste des mémoires analysés.

Barthélemy, A. Respiration des plantes aquatiques. — Bœhm, Jos. Décoloration des feuilles vertes au soleil. — Bœhm, Jos. Production d'oxygène dans les rameaux verts plongés dans l'eau bouillie. — Dehérain et Vesque. Recherches sur l'absorption et l'émission de gaz par les racines. — Frémy, E. Recherches chimiques sur la matière verte des feuilles. — Godlewski, E. Le produit de l'assimilation des Musacées est-il de l'huile ou de l'amidon? — Haberlandt, G. Développement des grains de chlorophylle dans les cotylédons de haricot. — Holle, H.-G. Produits de l'assimilation du Strelitzia Reginæ. — Kraus, C. Production de chlorophylle dans l'obscurité. — Livache, A. Recherches sur la nature des gaz contenus dans les fruits. — Macagno, H. Action de la lumière solaire sur la vigne. — Macagno, H. Recherches sur les fonctions des feuilles de la vigne. — Mer, E. Recherches sur la coloration des feuilles en automne. — Mer, E. Influence des champignons parasites sur la production de matière amylacée dans les feuilles. — Merget. Fonctions des feuilles dans les phénomènes d'échanges gazeux. — Micosch, Carl. Multiplication des grains de chlorophylle par division. — Moll, J.-W. Origine du carbone des plantes. —

[1] Pour la première partie, voir *Archives* d'avril, p. 5.

Morgen, Aug. L'assimilation pendant la germination du cresson.— Wiesner, Jul. Origine de la chlorophylle. — Wiesner, Jul. L'étioline et la chlorophylle dans les pommes de terre.

M. Wiesner[1] a publié sur l'origine de la chlorophylle un travail étendu dont voici le résumé formulé par l'auteur lui-même :

1. La chlorophylle dérive de l'étioline (xanthophylle). 2. Ces deux substances sont des combinaisons ferrugineuses dans lesquelles l'analyse ne retrouve pas directement le fer. 3. L'exhalation d'acide carbonique par les plantes étiolées est plus considérable dans l'obscurité qu'à une lumière suffisante pour amener la production de chlorophylle, mais insuffisante pour provoquer l'élimination d'oxygène. Ce fait rend vraisemblable une participation directe de l'acide carbonique à la production de chlorophylle sous l'influence des rayons lumineux. 4. Quant à la lumière, son activité dans ce phénomène commence entre les lignes *a* et B du spectre. A partir de ce point, tous les rayons (peut-être même les ultra-violets) y participent. Les rayons rouges extrêmes et les rayons calorifiques obscurs ne paraissent pas posséder les facultés nécessaires à la production de la chlorophylle. 5. Cependant ils peuvent jouer le rôle de « rayons continuateurs » (Becquerel), c'est-à-dire qu'ils peuvent continuer une action commencée sous l'influence de rayons plus actifs qu'eux. 6. Dans la production de la chlorophylle à la lumière, il se passe un fait d'induction photo-chimique : la chlorophylle n'apparaît pas immédiatement après le commencement de l'action lumineuse, et réciproquement celle-ci se fait encore sentir pendant un certain temps dans l'obscurité.

[1] J. Wiesner, Die Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze. Vienne, 1877 et *Bot. Zeit.*, 1877, p. 372.

7. Le pouvoir de la lumière sur le principe colorant est le même chez toutes les plantes examinées, et si le verdissement exige dans certains cas un éclairage beaucoup plus intense, cela tient à des particularités d'organisation de la plante elle-même. 8. Sous l'influence d'une lumière constante, la rapidité de la production de chlorophylle dépend de la température. Au-dessus d'un certain degré (*o* inférieur), le phénomène s'accélère jusqu'à un certain degré (maximum), puis diminue de nouveau jusqu'à un autre degré (*o* supérieur). L'examen spectroscopique de la chlorophylle a permis de constater que le principe colorant se développe dans des limites de température bien plus larges qu'on ne croyait.

Dans les germes étiolés, la chlorophylle dérive de l'étioline; mais dans les plantes normales, il est aussi prouvé par de nombreuses observations qu'elle a son origine dans la xanthophylle. Ces corps renferment donc tous deux les matériaux nécessaires à la production de la couleur verte. Mais d'où dérive l'étioline ? Évidemment la source primitive en est dans les matériaux de réserve accumulés dans la graine. Parmi ces matériaux, l'amidon, les hydrates de carbone jouent un rôle prépondérant : cela est, du moins, probable, puisque dans les germes issus de graines oléagineuses l'étioline commence à paraître en même temps que l'amidon.

Ces observations nous conduisent donc au résultat intéressant que la chlorophylle dérive en dernier ressort de l'amidon, avec l'étioline et la xanthophylle comme termes intermédiaires. Nous pouvons admettre qu'une partie de l'amidon produit dans le grain de chlorophylle sous l'influence de la lumière se transforme (surtout dans l'obscurité) en xanthophylle ; à son tour, ce corps donne,

d'après ce que nous avons vu chez les germes, sous l'influence des rayons lumineux, naissance à la chlorophylle.

Au premier coup d'œil, ce rôle de l'amidon qui sert à la fois de reconstituant au grain de chlorophylle et qui est produit par lui semble un non-sens. Pour l'expliquer, il faut réfléchir que la *chlorophylle* et le *grain de chlorophylle* sont deux choses différentes. La chlorophylle d'un jeune grain se développe aux dépens des matériaux de réserve; ce grain, une fois verdi, produit de l'amidon dont une partie sert à produire de la chlorophylle pour le grain lui-même ou pour un autre.

M. Sachsse a expliqué le fait que la chlorophylle, produit dérivé des hydrates de carbone, est en même temps nécessaire à leur production, en nous disant que la chlorophylle elle-même est le premier produit de l'assimilation : l'amidon en dérive ensuite, par une série de réductions et de transformations. Dans cette théorie, la chlorophylle est la substance mère de l'amidon qui à son tour peut par oxydation reproduire de la chlorophylle. Je ne veux pas attaquer ici le bien fondé de cette théorie, qui explique d'une manière satisfaisante bien des phénomènes; pour en bien apprécier la valeur, il ne faut cependant pas perdre de vue que la genèse de l'amidon dérivant de la chlorophylle n'est pas prouvée.

La théorie de M. Sachsse n'est, du reste, pas la seule que nous puissions adopter. J'estime que la double relation de l'amidon et de la chlorophylle (production de la seconde aux dépens du premier; formation du premier au sein de la seconde) est expliquée d'une manière satisfaisante par l'hypothèse de M. Baeyer sur le rôle de la chlorophylle dans l'assimilation. Pendant la germination, l'étioline se développe aux dépens de l'amidon, puis devient

chlorophylle sous l'influence de la lumière. La chlorophylle, à son tour, avec l'aide des rayons lumineux décompose l'acide carbonique et produit un hydrate de carbone. Une partie de celui-ci est oxydé, devient de la xanthophylle et ainsi la reproduction de matière verte nécessaire au grain de chlorophylle est assurée. La destruction constante de chlorophylle à la lumière et dans l'obscurité rend cette régénération indispensable.

Une des deux théories que nous venons d'exposer est-elle exacte, ou devront-elles toutes deux faire place à une troisième; c'est ce que l'avenir nous apprendra. En tous cas, les idées auxquelles M. Sachsse et moi sommes arrivés, chacun de notre côté, sur la double relation de l'amidon et de la chlorophylle, n'ont pas été sans porter quelques fruits au point de vue de la connaissance générale de l'assimilation.

M. Frémy [1] a continué ses recherches commencées depuis longtemps sur la constitution de la chlorophylle; il pense être arrivé à une conclusion positive sur la nature si discutée de ce corps. L'auteur rappelle d'abord ses anciens travaux sur le même sujet, travaux à la suite desquels il avait admis l'existence de deux principes colorants, la phylloxanthine jaune et l'acide phyllocyanique vert bleu. Après avoir cru à une combinaison entre ces deux principes, M. Frémy a admis qu'ils n'étaient que mélangés, il a recherché en dernier lieu, sous quelle forme l'acide phyllocyanique se présentait dans les feuilles, isolé ou associé à une base. La présence presque constante de la potasse dans les solutions alcooliques de chlorophylle suggéra l'idée que la matière verte des végétaux pour-

[1] E. Frémy, Recherches chimiques sur la matière verte des feuilles. *Comptes rendus*, LXXXIV, p. 983.

rait bien être du phyllocyanate de potasse. Pour confirmer cette hypothèse, M. Frémy traita du phyllocyanate de baryte (préparé par le mélange de solution alcoolique de chlorophylle avec de l'eau de baryte) avec du sulfate de potasse en présence de l'alcool. Une double décomposition se produisit et l'on obtint du sulfate de baryte insoluble et une liqueur d'un beau vert renfermant du phyllocyanate de potasse. Cette liqueur présente toutes les propriétés de la solution normale de chlorophylle (décomposition par les acides, précipitation par la baryte, la chaux, etc., bandes d'absorption au spectre) et M. Frémy n'hésite pas à considérer la question comme tranchée et à admettre que les feuilles renferment un mélange de phylloxanthine et de phyllocyanate de potasse. Ce dernier sel est soluble dans l'eau ; la matière verte des feuilles ne l'est pas, mais cette anomalie apparente peut s'expliquer par l'affinité capillaire du tissu organique qui retient la combinaison. Le même phénomène s'est produit sur des tissus de lin et de coton colorés en vert au moyen de la solution de phyllocyanate.

M. E. Mer[1] a continué ses études antérieures sur la chute des feuilles, les feuilles hivernales, etc., en passant en revue les principes colorants qui font leur apparition en automne et en hiver. Comme M. Haberlandt (*Archives*, 1877, LVIII, p. 365), M. Mer examine successivement les pigments jaunes, bruns et verts. Il pense que ces phénomènes divers de coloration proviennent d'oxydations plus ou moins énergiques favorisées par un certain état maladif des tissus. « Cet état peut être engendré par des

[1] E. Mer, Recherches sur les causes des colorations diverses qui apparaissent dans les feuilles en automne et en hiver. *Bull. Soc. bot. de France*, 1877, XXIV, 105.

influences de différents ordres, parmi lesquelles figure l'abaissement de la température au-dessous d'une certaine limite, ainsi que la lumière qui dans certains cas peut produire une trop grande évaporation. Ce dernier agent cependant paraît avoir une action directe et prépondérante sur la formation du pigment rouge. » Ces conclusions diffèrent en quelques points de celles de M. Haberlandt qui regardait la lumière comme l'agent principal de la décoloration jaune, et le froid comme l'auteur de l'apparition du pigment brun.

Dans ses premiers travaux sur la chlorophylle et sur l'amidon qu'elle renferme, H. v. Mohl admettait que tantôt le grain de chlorophylle se forme autour de granules d'amidon préexistantes, tantôt qu'au contraire, l'amidon naît au sein de la chlorophylle. Depuis lors, cette seconde manière de voir a beaucoup gagné de terrain, en particulier depuis les travaux classiques de M. Sachs sur la matière. Cet éminent observateur a démontré le premier quels sont les vrais rapports entre la chlorophylle et l'amidon, et il a admis que tout grain de chlorophylle est antérieur à l'amidon qu'il renferme, et que les cas qui semblent faire exception à cette règle sont des cas anormaux (fausse chlorophylle dans les pousses de pomme de terre, etc.). M. G. Haberlandt[1] en étudiant la germination du Phaseolus vulgaris a observé des faits qui ne s'accordent pas avec cette loi. Dans certaines cellules sous-épidermiques du cotylédon on voit apparaître de petits granules d'amidon, groupés

[1] G. Haberlandt, Ueber die Entstehung der Chlorophyllkörner in den Keimblättern von Phaseolus vulgaris. *Botan. Zeit.* 1877, 23, 24.

en forme de mûre (comme ceux de la chlorophylle) ; autour d'eux se développe une couche jaune d'abord, puis verte, si bien qu'au bout de quelques jours on a un grain de chlorophylle d'apparence normale. L'amidon qu'il renferme se dissout peu à peu ; le grain lui-même se divise et même dans quelques cas assimile et régénère son amidon. Cette observation fort intéressante n'est pas absolument isolée, et M. Haberlandt cite quelques autres cas analogues. On ne peut donc plus affirmer d'une façon parfaitement absolue que tout amidon renfermé dans un grain de chlorophylle soit formé sur place. Mais en posant cette conclusion, l'auteur réserve formellement le côté physiologique de la question, et déclare n'infirmer en rien le rôle de la chlorophylle tel que l'a défini M. Sachs. Les cas exceptionnels qu'il a mentionnés, ont un grand intérêt au point de vue de la genèse de la chlorophylle, de ses rapports avec l'amidon tels qu'ils ressortent des travaux de MM. Wiesner, Sachsse, etc., mais ils n'atteignent pas la nutrition elle-même ; les grains de chlorophylle formés dans les cotylédons encore gorgés de principes nutritifs ne peuvent pas rendre grand service à la plante par leur assimilation.

M. le prof. Wiesner [1] a constaté que les pommes de terre renferment toujours une certaine quantité d'étioline dont les qualités caractéristiques sont faciles à constater au moyen d'un extrait alcoolique ou éthéré. Ce principe colorant, peu abondant pendant la période de repos, augmente rapidement lorsque la température est suffisamment élevée pour favoriser le réveil de la végétation.

[1] J. Wiesner, Vorkommen und Entstehung von Etiolin und Chlorophyll in der Kartoffel. *Oest. Bot. Zeit.* 1877, I, p. 7.

Exposées à la lumière, les pommes de terre verdissent lentement à la lumière diffuse, plus vite et plus profondément aux rayons du soleil. Cette couleur verte présente tous les traits caractéristiques de la chlorophylle qui se trouve répartie sous trois formes différentes, en principe colorant amorphe qui pénètre tout le protoplasme, en faux grains de chlorophylle autour des grains de fécule, en vrais grains de chlorophylle. Peut-être ces derniers peuvent-ils être rapprochés de ceux qu'a décrits M. Haberlandt dans les cotylédons de Phaseolus.

Les observations faites jusqu'à présent ont toujours montré les grains de chlorophylle se partageant par étranglement graduel. M. Mikosch[1] assistant au laboratoire physiologique de Vienne, a observé dans les racines aériennes d'*Hartwegia comosa*, un mode de partage qui se rapproche de celui qu'a décrit M. Strassburger pour les nuclei. La matière colorante du grain de chlorophylle s'accumule aux deux pôles laissant au milieu une bande incolore de protoplasme. Cette bande s'élargit toujours plus, les nouveaux grains s'éloignant toujours plus l'un de l'autre jusqu'au moment où ils sont tout à fait séparés.

M. Carl Kraus[2] cite une série d'expériences dans lesquelles il a réussi à produire de la chlorophylle normale dans l'obscurité. La première méthode indiquée repose sur l'emploi de l'alcool méthylique; l'explication théorique de ce phénomène a été donnée précédemment par M. Kraus (*Archives*, juillet 1876, p. 254). Des résultats très-nets ont été obtenus en mettant des germes de plu-

[1] Carl Mikosch, Vermehrung der Chlorophyllkörner durch Theilung. *Oest. Bot. Zeit.* 1877, 2, p. 41.

[2] Carl Kraus, Ueber künstliche Chlorophyllerzeugung in lebenden Pflanzen bei Lichtabschluss. *Landw. Vers. Stat.* 1877, XX, 415.

sieurs espèces de plantes dans l'obscurité en présence de vapeurs d'alcool méthylique, par différentes méthodes dans le détail desquelles il est inutile d'entrer ici. Les jeunes plantes ont verdi d'une manière très-claire, puis ont fini par périr, les vapeurs altérant peu à peu leurs racines. Dans d'autres expériences M. Kraus a vu un verdissement marqué chez les organes dont l'allongement était gêné par un obstacle matériel. Ce phénomène qui ne se reproduit pas toujours avec régularité ne peut pas être expliqué d'une façon tout à fait satisfaisante. Des recherches chimiques approfondies sur les tissus en question pourront seules le faire.

M. Boehm[1] remarque très-justement que si nous possédons des données nombreuses sur les limites de températures favorables à la végétation, nous n'avons en revanche presque pas de renseignements analogues sur la lumière. Y a-t-il un maximum favorable au delà duquel les fonctions des cellules ne s'exécutent plus aussi bien ? L'existence de plantes aimant l'ombre et d'autres aimant le soleil peut s'expliquer par d'autres points de vue. Deux expériences ont été faites par l'auteur de cette note, et toutes deux semblent montrer qu'une lumière trop intense est souvent nuisible. Dans l'une, des graines de *Phaseolus multiflorus* germèrent sous une cloche dont une moitié était légèrement ombrée et l'autre en plein soleil. Des précautions étaient prises pour que la température restât modérée et à peu près la même des deux côtés. Les feuilles primordiales des plantes qui croissaient au soleil étaient d'un vert très-pâle et très-imparfaitement

[1] Jos. Bœhm, Verfärbung grüner Blätter in intensivem Sonnenlichte. *Landw. Vers. Stat.* 1877, XX, 463.

développées, tandis que les autres les dépassaient à tous égards. Dans l'autre expérience des feuilles primordiales bien développées de Phaseolus furent placées dans l'eau au soleil, dans différentes positions et avec des précautions inutiles à détailler. Les résultats furent très-clairs. Une lumière trop intense fit d'abord pâlir les feuilles, puis les brunit en leur donnant un éclat métallique et en détruisant tout à fait la chorophylle. La face inférieure des feuilles est plus délicate que la face supérieure.

Dans une étude sur les fonctions des feuilles de la vigne, M. Macagno[1] a trouvé dans ces organes des quantités notables de matières analogues à l'amidon ou à la dextrine, du glycose et de l'acide tartrique sous forme de crême de tartre. En comparant les analyses de feuilles, de rameaux et de grappes arrivées à différents degrés de maturité, l'auteur est amené à considérer les feuilles comme le laboratoire de production de glycose et les rameaux verts comme les conducteurs de cet élément du moût. M. Macagno pense en conséquence que le pincement du sommet des pampres est souvent pratiqué sur une trop grande échelle, et quelques expériences comparatives lui ont montré les souches non pincées produire, à poids égal de grappes, un moût plus abondant et plus riche en sucre que leurs voisines pincées.

Dans une autre étude sur ce sujet, le même auteur[2] a comparé les effets de la lumière plus ou moins intense et de la température sur la production du glycose. Un

[1] H. Macagno, Recherches sur les fonctions des feuilles de la vigne. *Comptes rendus*, 1877, LXXXV, p. 763.

[2] H. Macagno, Action de la lumière solaire avec des degrés variables d'intensité sur la vigne. *Comptes rendus*, 1877, LXXXV, p. 810.

certain nombre de souches ont été recouvertes d'une toile noire, d'autres d'une toile blanche, d'autres ont été laissées à l'air libre. La température était naturellement beaucoup plus élevée dans la première catégorie (moyenne générale du 20 avril au 20 juillet : 33°,90; 27°,53 ; 21°,13), mais la végétation y était beaucoup moins active. A l'analyse, on n'a pas trouvé de glycose sous la toile noire, tandis qu'il y en avait 8,602 gr. par kilogr. de pampre sous la toile blanche et 12,601 à l'air libre. Les autres éléments produits ou assimilés étaient également moins abondants sous la toile noire, à l'exception d'une partie de la potasse (celle qui n'était pas sous forme de crême de tartre). Enfin la quantité de branches produites étant 1 sous la toile noire, était 8 sous la blanche et 10 à l'air libre.

M. E. Mer [1] a examiné l'effet des champignons parasites sur la production de l'amidon dans la chlorophylle et de ses observations encore peu nombreuses, il a tiré les conclusions suivantes : Les champignons produisent dans les tissus un état maladif qui a pour résultat d'altérer la chlorophylle et de ralentir par là, puis d'arrêter complétement la production d'amidon. Cet effet peut se faire sentir à une distance plus ou moins grande du foyer d'envahissement. Lorsque, pour constituer leur fructification les parasites ont besoin de matériaux nutritifs et plastiques, ils attirent de l'amidon qui s'accumule à leur portée en quantité plus ou moins considérable. C'est ce qui a lieu, du reste, normalement dans tous les jeunes tissus en voie de développement, de même que dans ceux

[1] E. Mer, Influence des champignons parasites sur la production de la matière amylacée dans les feuilles. *Bullet. Soc. bot. de France*, 1877, XXIV, p. 125.

qui sont le siége d'hypertrophies locales sous l'influence de causes diverses, de la piqûre d'insectes, par exemple, ainsi qu'on l'observe parfois dans les galles.

Un travail publié en 1873 dans la *Botanische Zeitung* par M. Briosi, établissait que chez les Musacées, le produit de l'assimilation n'est pas de l'amidon, mais une substance grasse. M. Godlewski[1] combat aujourd'hui cette manière de voir, soit par la voie eudiométrique, soit par l'observation directe. En effet, si le produit de l'assimilation est une huile, il y a plus d'oxygène éliminé que d'acide carbonique décomposé; par conséquent le volume de gaz ambiant, qui ne change pas avec les plantes qui produisent de l'amidon, devrait augmenter avec les Musacées : c'est ce que l'expérience n'a pas vérifié. En outre, par l'observation directe, M. Godlewski a reconnu chez différentes espèces de Musa et de Strelitzia la présence d'amidon dans les grains de chlorophylle. Il faut seulement opérer par un beau soleil et une température élevée; les résultats seront encore plus nets si l'atmosphère renferme un peu plus d'acide carbonique que d'habitude. Quant à l'huile découverte par M. Briosi, c'est probablement plutôt un produit de dégénérescence.

M. Holle[2] qui s'est occupé du même sujet est arrivé à des résultats différents. Pas plus que M. Godlewski, il ne considère l'huile comme produit direct de l'assimilation, mais pas plus que M. Briosi, il n'a réussi à voir de l'amidon dans les feuilles de Strelitzia. Pour lui, c'est un corps réduisant l'oxyde de cuivre (probablement du gly-

[1] Em. Godlewski, Ist das Assimilationsprodukt der Musaceen Oel oder Stärke ? *Flora*, 1877, n° 14, p. 215.

[2] H.-G. Holle, Ueber die Assimilationsthätigkeit von Strelitzia Reginæ. *Flora*, 1877, n°s 8, 10, 11 et 12.

cose) qui est formé dans les grains de chlorophylle. Ce glycose ne tarde pas à subir des modifications et c'est probablement à ses dépens que se forme l'huile renfermée dans les cellules. La respiration n'est peut-être pas étrangère à ce phénomène, et c'est ainsi que serait employé l'oxygène qui doit être éliminé pour transformer le glycose en matière grasse.

Dans une longue série d'expériences, M. August Morgen [2] a passé en revue toutes les phases de l'assimilation chez les jeunes plantes de cresson. Par la précision de ses méthodes, il a contribué à établir sur une base toujours plus solide, la théorie de l'assimilation telle qu'elle a été formulée par M. Sachs, soutenue par MM. Kraus, Pfeffer, etc. Dans un premier chapitre l'auteur établit que l'amidon est produit dans les feuilles sous l'influence des rayons lumineux, et seulement lorsque l'atmosphère ambiante renferme de l'acide carbonique. De plus, cette production d'amidon est accompagnée d'une augmentation dans le poids de la matière sèche. Le second chapitre consacré à l'influence des rayons diversement colorés, vérifie l'action prépondérante de la partie la plus éclairante du spectre par opposition aux rayons très-réfrangibles. L'augmentation de la matière sèche est proportionnelle à l'intensité de la décomposition de l'acide carbonique dans chaque rayon. Enfin dans le troisième chapitre l'auteur s'attache à l'influence de l'intensité de la lumière; en l'absence d'une méthode photométrique exacte, il a opéré en plaçant près d'une fenêtre au plein midi une série de vases qui s'éloignaient toujours plus de la source lumi-

[1] Aug. Morgen, Ueber den Assimilationsprocess in der keimenden Kresse. *Bot. Zeit.* 1877, n°s 35-37.

neuse. L'activité de l'assimilation avait son maximum dans la plante la plus voisine de la fenêtre; elle diminuait rapidement à mesure qu'on s'en éloignait. Une augmentation de distance d'un demi-mètre et même moins produisait déjà un effet sensible. L'allongement anormal des tiges augmentait dans la même proportion, et en même temps les racines se développaient toujours moins. Cet antagonisme entre les tiges et les racines dans les plantes étiolées avait dejà été signalé. Enfin comme remarque générale, l'auteur signale le rôle que joue dans ces phénomènes la saison de l'année dans laquelle l'expérience a lieu.

M. J. W. Moll[1] a fait dans le laboratoire du professeur Sachs à Würzburg quelques recherches sur l'origine du carbone dans les végétaux. Ce travail dont le résultat général est d'exclure complétement l'acide carbonique du sol de la production d'amidon dans les feuilles peut se résumer dans les termes suivants : L'acide carbonique fourni en excès à une partie quelconque de la plante, souterraine ou aérienne, ne peut pas être utilisé pour la production d'amidon par une feuille ou partie de feuille de la même plante placée dans une espace ne contenant pas d'acide carbonique. Cela est vrai d'une même feuille dont une moitié peut être baignée dans de l'air contenant 5 $^0/_0$ d'acide carbonique, sans que l'autre moitié produise d'amidon. De même l'acide carbonique fourni en excès à une partie quelconque du végétal, n'accélère pas d'une manière appréciable la production d'amidon dans les autres parties de la même plante laissées à l'air libre.

[1] J.-W. Moll, Sur l'origine du carbone des plantes. *Archives Néerlandaises*, t. XII. — *Landw. Jahrb.* von Thiel und Nathusius, VI, 1877, p. 327.

Par conséquent l'acide carbonique répandu dans le sol ne peut exercer aucune action ni sur la production ni sur l'accélération de production de l'amidon dans les feuilles.

J. Bœhm[1] a fait les observations suivantes sur le dégagement d'oxygène qui se produit lorsqu'on place des rameaux verts dans de l'eau préalablement portée à l'ébullition.

1e Lorsque les rameaux sont placés dans une atmosphère limitée renfermant de l'oxygène, à l'abri de la lumière, il se produit d'abord une diminution du volume gazeux, mais plus tard, avant cependant que tout l'oxygène ait été employé, le volume augmente.

2° Cette diminution de volume observée ne provient pas, comme lors de la germination des graines oléagineuses, d'une assimilation d'oxygène, mais de l'absorption de l'acide carbonique formé par la respiration normale.

3° Si les rameaux sont placés dans de l'acide carbonique pur, il se produit d'abord une diminution de volume, contrairement aux assertions de de Saussure, mais plus tard le volume augmente par suite de la respiration.

4° L'absorption de l'acide carbonique n'est pas exclusivement causée par le liquide cellulaire, car elle a aussi lieu par des rameaux séchés à 100°.

5° Lorsqu'on expose au soleil des pousses vertes de *Ligustrum vulgare,* elles développent beaucoup plus d'oxygène que n'en comporte le volume de l'air dans lequel l'expérience se fait. Cet oxygène provient de l'acide carbonique expiré, d'ailleurs le dégagement de gaz va en

[1] Jos. Bœhm, Ueber die Entwickelung von Sauerstoff aus grünen Zweigen unter ausgekochtem Wasser im Sonnenlichte. *Liebig's Ann.* Bd. 185, 248.

diminuant et s'arrête au bout de trois ou quatre jours, quoique les tiges soient encore fraîches.

M. Merget[1] s'est occupé de la question du rôle des stomates dans les échanges gazeux entre les plantes et l'atmosphère. Il a fait quelques expériences en employant des gaz tels que les vapeurs mercurielles dont l'action est délétère pour le protoplasma et en appliquant sur certaines parties de la feuille un enduit préservateur. Le résultat de tous ces essais a été de montrer que c'est bien par les stomates que, soit à l'entrée soit à la sortie, s'effectue le passage des gaz.

M. A. Barthélemy[2] a communiqué dans les termes suivants, à l'Académie des sciences de Paris, les résultats d'expériences nouvelles sur la respiration des plantes aquatiques : « Il semble que les plantes aquatiques dans leur milieu naturel et à l'état normal, ne rejettent pas de gaz, même au soleil, pas plus que les animaux aquatiques et que les dégagements qu'on a observés jusqu'ici sont provoqués par l'expérience et dus à l'atmosphère gazeuse intérieure. Pour nous, le *véritable acte respiratoire dans les plantes aquatiques* consiste dans l'absorption de l'air en dissolution dans l'eau, probablement par les racines qui sont gorgées de gaz contenant de 30 à 36 pour cent d'oxygène. Cet air remplit les cavités de la plante, de sorte qne l'oxygène est absorbé par la plante ou diffusé dans le liquide extérieur, et la proportion d'azote est d'autant plus grande que la circulation de cet air a été moins

[1] A. Merget, Sur les fonctions des feuilles dans les phénomènes d'échanges gazeux entre les plantes et l'atmosphère; rôle des stomates. *Comptes rendus*, 1877, LXXIV, 376.

[2] A. Barthélemy, Respiration des plantes aquatiques. *Comptes rendus*, 1877, LXXXV, p. 1055.

active. Quant à la respiration chlorophyllienne ou cuticulaire, on ne peut la constater que par l'étude des échanges de substances gazeuses dissoutes, entre la surface verte et le liquide ambiant. C'est là une question difficile qui demande encore de nouvelles études. »

MM. Dehérain et Vesque [1] ont examiné les relations des racines avec l'atmosphère qui les environne, en faisant végéter dans des flacons préparés à cet effet, des jeunes plants de différents arbustes, tels que lierre, *Veronica speciosa*, etc. Les résultats auxquels ils sont arrivés montrent que comme les autres parties du végétal, la racine respire, c'est-à-dire qu'elle absorbe l'oxygène de l'air et émet de l'acide carbonique ; toutefois chez elle l'énergie de cette fonction est faible, et l'écart entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique dégagé notable, si bien que les racines font un vide partiel dans le vase où elles séjournent. Ces mêmes expériences ont aussi démontré que l'oxygène est nécessaire à tous les organes végétaux et qu'il ne suffit pas pour qu'une plante vive que sa partie aérienne soit plongée dans l'air ; lorsque les racines sont confinées dans une atmosphère privée d'oxygène la plante ne tarde pas à périr. Enfin, la racine dégage aussi de l'acide carbonique dans une atmosphère privée d'oxygène, d'où l'on peut conclure que l'acide carbonique émis ne provient pas d'une oxydation superficielle de quelques organes en décomposition, mais bien d'un phénomène régulier de circulation des gaz dans la plante.

Le gaz renfermé dans les fruits charnus avant leur maturité offre, d'après les recherches de plusieurs ob-

[1] P. Dehérain et J. Vesque, Recherches sur l'absorption et l'émission des gaz par les racines. *Comptes rendus*, 1877, LXXXIV, p. 959, et *Ann. des Sc. nat.*, III, p. 327.

servateurs, une composition sensiblement différente de celle de l'air atmosphérique, une proportion d'acide carbonique beaucoup plus considérable. Toutes les méthodes employées étaient fondées sur l'éclatement des fruits sous le mercure, ou leur écrasément préalable. La facilité avec laquelle les pulpes végétales s'oxydent infirmait, dans une certaine mesure, les résultats obtenus. Pour écarter cette cause d'erreur, M. Livache [1] a opéré en faisant sortir les gaz du fruit parfaitement sain, au moyen de l'alcool absolu. Dans ces conditions le gaz dégagé est un mélange d'oxygène et d'azote dans les proportions de l'air et ne renferme pas d'acide carbonique. Lorsqu'on opère de la même manière, mais avec les fruits écrasés depuis une ou deux heures, la proportion d'acide carbonique est toujours considérable et finit même par supplanter entièrement l'oxygène. L'auteur en conclut donc que les gaz renfermés dans un fruit bien sain ne diffèrent en rien de l'air atmosphérique. Lorsqu'au contraire, il y a déchirure ou lésion quelconque, il s'établit au sein de la pulpe une véritable fermentation avec production abondante d'acide carbonique.

§ 6. *Chimie végétale; nutrition; germination.*

Liste des mémoires analysés.

Bœhm, J. Absorption d'acide carbonique par les parois cellulaires. — Church, A.-H. Observations de chimie végétale. — Corenwinder et Contamine. Recherches sur l'acide phosphorique des terres arables. — Dehérain, P.-P. Nouvelles recherches sur la germination. — Dehérain, P.-P. Cultures du champ d'expériences

[1] Ach. Livache, Recherches sur la nature des gaz contenus dans les tissus des fruits. *Comptes rendus*, 1877, LXXXV, 229.

de Grignon. — Durin. Transformation du sucre cristallisable. — Émery. Influence de l'âge sur la composition des feuilles.— Emmerling, A. Réactions chimiques dans les plantes. — Fliche et Grandeau. Recherches chimiques sur la composition des feuilles du pin d'Autriche. — Frémy et Dehérain. Recherches sur les betteraves à sucre. — Grandeau et Bouton. Étude chimique du gui. — Haberlandt, G. Protection des graines en germination. — Harz, C.-O. La sperguline, nouveau corps fluorescent. — Hoffmann, H. Sécrétion mielleuse des feuilles. — Hœhnel, H. von. La xylophiline et la coniférine. — Jodin, V. Recherches sur la glycogénèse végétale. — Kraus, G. L'inuline en dehors des composées.— Marek, G. Valeur physiologique des principes nutritifs dans la graine de Phaseolus. — Müntz, A. Fixation du tannin dans les tissus végétaux. — Nobbe et Hænlein. Résistance des graines à la germination. — Portes, L. Asparagine des Amygdalées, son rôle physiologique. — Portes, L. Recherches sur les amandes amères. — Prillieux, E. Sur la coloration en vert du bois mort. — Schnetzler. Diffusion des matières colorantes végétales. — Schnetzler. Observations sur le Phytolacca decandra. — Schulze, E. Procédés naturels de fixation de l'azote atmosphérique. — Schulze et Barbieri. Produits de décomposition de l'albumine dans la germination des courges. — Schulze, E. et Urich. Principes azotés de la betterave. — Tanret et Villiers. Matière sucrée retirée des feuilles de noyer. — Van Tieghem, Ph. Sur la digestion de l'albumen.

M. L. Portes[1] se reportant à ses communications précédentes sur la présence de l'asparagine dans les amandes douces avant leur germination[2], constate qu'il a dès lors trouvé cette substance dans les amandes aqueuses chez lesquelles l'embryon n'est pas encore visible, dans les graines jeunes d'abricot, de prune, de-cerise, dans les inflorescences non épanouies du poirier. A la suite de ces observations, il s'est élevé dans l'esprit de leur auteur des doutes sur le rôle de forme transitoire des principes albuminoïdes attribué à l'asparagine dans la

[1] L. Portes, De l'asparagine des amygdalées; hypothèse sur son rôle physiologique. *Comptes rendus*, 1877, LXXXIV, 1407.
[2] Revue de 1876. *Archives*, LVIII, p. 385.

germination. Il a remarqué que l'asparagine ne se rencontre que dans les tissus dans lesquels un grand nombre de cellules sont en voie de formation qu'il s'agisse de graines en pleine germination, de graines en voie de développement ou de bourgeons. Reprenant ensuite une hypothèse indiquée par M. Sachs dans son traité de physiologie, hypothèse d'après laquelle « la cellulose proviendrait d'une scission des molécules albuminoïdes du protoplasme, » M. Portes se demande si ce n'est pas de ce côté qu'il faut chercher la solution du problème et si le corps qui nous occupe ne provient pas d'une scission de l'albumine en cellulose et asparagine, que la composition chimique de ces différentes substances permet de considérer comme possible. Si dans ces conditions la proportion d'asparagine n'augmente pas continuellement dans les tissus à mesure que le nombre des cellules augmente, cela viendrait de ce que cette genèse de la cellulose est essentiellement transitoire, que la vie à son maximum d'intensité peut seule amener cette scission des matières albuminoïdes et qu'à un moment donné l'albumine ne se dédoublant plus, les cellules déjà formées ont exclusivement recours pour leur accroissement aux hydrates de carbone en réserve dans les sucs du végétal.

Le même auteur[1], dans le laboratoire de l'École supérieure de pharmacie à Paris, a examiné dans de nombreuses analyses la distribution de l'*amygdaline* et de l'*émulsine* dans les amandes amères. C'est un sujet encore peu connu et qui renferme bien des points obscurs. M. Portes a montré 1° que les amandes amères diffèrent toujours par leur composition des amandes douces;

[1] Portes, Recherches sur les amandes amères. *Comptes rendus*, 1877, LXXXV, p. 81.

2° qu'elles contiennent toujours de l'amygdaline dans leur jeunesse; 3° que l'embryon (qui apparaît assez tard) renferme seul de l'émulsine; que l'amygdaline, dont l'origine est inconnue, se localise dans les téguments de la graine qu'elle abandonne ensuite peu à peu pour pénétrer dans les cotylédons par la radicule.

MM. Schulze et Barbieri[1] ont recherché dans les jeunes plantes de courge quelle est la forme transitoire que revêt l'albumine dans ses migrations à travers les tissus entre le moment où elle quitte la réserve de la graine et le moment où elle est employée dans les tissus en voie de formation. Ce rôle est dévolu en général aux combinaisons du groupe des amides; M. Pfeffer a montré entre autres la place que tient à ce point de vue l'asparagine dans beaucoup de plantes. Dans la courge MM. Schulze et Barbieri n'ont trouvé que des traces d'asparagine, mais en revanche une proportion notable de *glutamine*, principe analogue et qui peut jouer tout à fait le même rôle. Je ne m'étendrai pas davantage sur ce travail dont les développements sont purement chimiques.

La question du mode de fixation de l'azote de l'atmosphère en combinaisons accessibles aux plantes a souvent préoccupé les physiologistes depuis qu'il a été démontré qu'aucun végétal ne pouvait fixer dans ses tissus l'azote libre. Elle n'a pas encore reçu de solution satisfaisante, et cela ressort une fois de plus de la conclusion d'un mémoire consacré à ce sujet par M. C. Schulze[3] : « Si nous

[1] Schulze et Barbieri, Ueber Eiweisszersetzung in Kürbiskeimlingen. *Landw. Jahrb.* v. Thiel und Nathusius, 1877, p. 681.

[2] C. Schulze, Ueber die Processe durch welche in der Natur freier Stickstoff in Stickstoffverbindungen übergeführt wird. Kritisches Referat. *Landw. Jahrb.* v. Thiel und Nathusius. 1877, VI, p. 695.

jetons un coup d'œil général sur l'ensemble de la question, nous reconnaîtrons que nous manquons de données précises sur les moyens employés dans la nature pour maintenir au même niveau la réserve de principes azotés. Le seul procédé positif de transformation de l'azote libre en combinaisons azotées, c'est l'oxydation de l'azote atmosphérique à la suite de décharges électriques; mais cette réaction ne paraît pouvoir donner naissance qu'à des quantités insignifiantes d'acide nitrique. Peut-être le fait de la combinaison de l'oxygène et de l'azote libre occasionnée par des phénomènes d'oxydation d'autres corps joue-t-il un rôle plus important. Peut-être, d'ailleurs, la nature possède-t-elle pour arriver au but cherché d'autres moyens qui échappent à nos procédés d'investigation. »

MM. Schulze et Urich [1] ont étudié les corps azotés de la betterave; ils résument ainsi leur travail : La glutamine, asparagine et betaine lors de la sortie des racines passent dans les pousses et servent à leur croissance, ce sont donc les principaux aliments de réserve dans la plante, les principes albumineux passent beaucoup moins rapidement. Quant aux nitrates, il n'y en a qu'une très-faible quantité qui diffuse et serve ensuite à la production de substances azotées (Voir *Archives*, t. LVIII, p. 102 et 344).

M. A. Emmerling [2] cherche à connaître les réactions chimiques qui permettent aux racines de la plante de dissoudre et de transformer certains éléments insolubles du sol.

[1] Schulze, E. et Urich, Ueber die Stickstoffbestandtheile der Futterrübe. *Landw. Vers. Stat.* 1877, XX, Hefte 3 und 4.

[2] Emmerling, A. Zur Kenntniss Pflanzenchemischer Vorgänge. *Ber. deutsch. Chem. Ges.* X, 650.

A cet égard il a remarqué que la présence de petites quantités d'acide nitrique ou d'un nitrate augmentaient énormément le pouvoir dissolvant de dissolution faible d'acide oxalique pour le calcaire. M. Emmerling continue à étudier à ce point de vue les différents acides organiques ainsi que les principaux éléments terreux servant à la nutrition de plantes, en particulier le phosphate de chaux.

M. Durin [1] a observé dans les solutions de sucre de canne provenant des betteraves une transformation particulière à la suite de laquelle le sucre cristallisable disparaît et fait place à de la cellulose et à du glycose; cette réaction se fait par déboublement de deux molécules de sucre donnant naissance à une molécule de cellulose et une de glycose. La cellulose se présente tantôt sous la forme de grumeaux insolubles, tantôt sous la forme d'un précipité amorphe mélangé à l'eau. Il n'y a entre ces deux corps qu'une différence physique; au point de vue chimique ils sont identiques. Ce phénomène a tous les caractères d'une fermentation diastasique, et M. Durin a trouvé en effet que la diastase végétale en était l'agent le plus actif. De plus la cellulose en grumeaux a la propriété de provoquer, lorsqu'on la transporte dans la liqueur fraîche les mêmes transformations, et de dissocier le sucre de canne en cellulose et glycose. Les sels de chaux exercent en outre une influence très-favorable et en leur présence la proportion de cellulose en grumeaux est toujours beaucoup plus considérable, par opposition à la cellulose amorphe.

Appliquant ensuite ces résultats aux phénomènes de

[1] Durin, Sur la transformation du sucre cristallisable en produits cellulosiques et sur le rôle probable du sucre dans la végétation. *Ann. Sc. nat.* 1877, III, p. 266.

végétation, M. Durin montre par une série d'exemples que les plantes saccharifères (cannes à sucre, agave, graines de caroubier, etc.) renfermant toutes des ferments diastasiques, utilisent le sucre de canne pour la production de cellulose avec résidu de glycose dans les tissus. D'autres expériences ont montré que la fermentation cellulosique du sucre de canne pouvait être obtenue directement par divers organes végétaux ; seulement la réaction est difficile à observer nettement à cause de la composition complexe des tissus végétaux et des fermentations secondaires qui sont provoquées en même temps. Ici encore, le rôle des sels de chaux (carbonates) a été très-favorable et a permis d'obtenir de bons résultats là où en leur absence on n'avait rien de net. Cette action particulière de la chaux peut être rapprochée du rôle que lui fait jouer M. Bœhm dans la constitution du squelette cellulaire.

Enfin M. Durin termine son mémoire par des comparaisons entre la cellulose qu'il obtient dans ses expériences et celle de certaines plantes inférieures qui, comme les Nostochinées, ont toujours leurs cellules entourées d'une gelée.

Dans une note sur la glycogénèse végétale, M. Jodin[1] pose les conclusions suivantes : Tous les végétaux supérieurs renferment des matières sucrées (saccharose et sucre interverti) en proportions variables dans leurs différents organes. En général ce sont les feuilles qui fournissent le résultat le plus faible, sans que cela puisse être invoqué comme une preuve contre la production directe du sucre par ces organes. D'autre part la présence con-

[1] V. Jodin, Recherches sur la glycogénèse végétale. *Comptes rendus*, 1877, LXXXV, p. 717.

stante de certains sucres dans les champignons paraît prouver manifestement l'indépendance de la fonction glycogénique et de la fonction chlorophyllienne; ces deux fonctions se trouveraient pour ainsi dire juxtaposées dans la feuille verte, sans entretenir entre elles, une relation de causalité immédiate. L'auteur pense donc qu'il serait utile d'étudier les influences qui font varier le taux saccharimétrique des feuilles; de rechercher, en particulier quelle est la nature du rapport qui peut exister entre ces variations et l'exercice de la fonction chlorophyllienne. Il serait aussi désirable d'examiner si quelque autre principe immédiat possède seul ou partage avec le sucre une relation définie avec la fonction chlorophyllienne.

MM. Tanret et Villiers [1] ont décrit une matière sucrée qu'ils ont retirée des feuilles du noyer et nommée *nucite*. Cette substance qui est cristallisable offre la même composition que l'*inosite* (sucre retiré de la chair musculaire, des haricots verts et de quelques autres végétaux), mais en diffère par quelques propriétés et entre autres par sa densité. Elle est cristallisable, ne réduit pas la liqueur de Fehling et n'est pas fermentescible, du moins dans les conditions ordinaires, avec la levure de bière.

M. Hoffmann [2], professeur à Giessen, signale un cas de sécrétion directe de séve sucrée par les feuilles d'une plante de Camellia d'apparence parfaitement saine sans l'intervention d'aucun insecte.

MM. Frémy et P.-P. Dehérain [3] ont entrepris sur les

[1] Tanret et Villiers, Sur une matière sucrée retirée des feuilles de noyer. *Comptes rendus*, 1877, LXXXIV, 393.

[2] H. Hoffmann, Ueber Honigthau. *Landw. Vers. Stat.* 1877, XX, p. 61.

[3] Frémy et Dehérain, Recherches sur les betteraves à sucre. Extrait des *Ann. agronomiques*. I, n°s 2 et 6.

betteraves à sucre une série de recherches tant au point de vue physiologique qu'au point de vue économique ; parmi les résultats obtenus, ceux qui ont une portée générale et un intérêt purement scientifique peuvent se résumer dans les trois points suivants: 1° Absence d'influence de la nature du sol ; quel qu'il soit les betteraves qui reçoivent des engrais renfermant en quantité suffisante de l'azote, de l'acide phosphorique, de la chaux et de la potasse peuvent s'y développer normalement. 2° Un excès d'azote, tout en augmentant le poids brut de la récolte, agit d'une manière défavorable sur la production du sucre et tend, au contraire, à augmenter la richesse de la racine en matières albumineuses. Ce point est bien établi par de nombreuses expériences et ressortait déjà des recherches d'observateurs antérieurs. 3° Influence marquée de la race, influence qui persiste à travers les différentes méthodes de culture, les différents engrais employés, etc. ; par conséquent, importance du soin à apporter dans la sélection des graines.

On a commencé depuis deux ans déjà, dans la station agronomique de Grignon, une série d'expériences dans le genre de celles qui se poursuivent depuis longtemps en Angleterre, au domaine de Rothamstead par MM. Laws et Gilbert. M. Dehérain [1] a rendu compte des deux premières années d'expérimentation. Les points qu'on se propose d'examiner plus spécialement sont les suivants : 1° Influence physique et chimique de l'humus de la terre arable; 2° Influence qu'exerce sur l'abondance de la récolte la nature et la composition des engrais répandus; 3° Influence du mode d'épandage des engrais ; 4° Influence de

[1] P.-P. Dehérain, Cultures du champ d'expériences de Grignon. Années 1875 et 1876.

la composition, de l'abondance et du mode d'épandage des engrais sur la composition des plantes récoltées; 5° Modifications que subissent les plantes quand elles sont soumises pendant une longue suite de générations aux mêmes procédés de culture. Si la plupart de ces questions visent plutôt la pratique agricole, elles ne sont pas cependant sans présenter un grand intérêt au point de vue purement scientifique. Mais leur solution demande des recherches de longue haleine et au bout de deux ans d'expérience, il n'est pas possible de rien affirmer de bien précis d'autant plus que les conditions climatologiques de l'année 1875 ont fait manquer plusieurs cultures. En résumé, d'après les résultats consignés dans les deux premiers rapports, on peut dire que l'humus de la terre arable agit surtout sur l'eau retenue dans le sol, son importance sera donc surtout grande dans les années de sécheresse, et c'est dans ces années-là qu'on reconnaîtra un grand avantage du fumier de ferme sur les engrais chimiques. Quant à la composition des récoltes, les analyses ont porté surtout sur les pommes de terre et sur l'avoine, et la nature de l'engrais employé n'a pas eu d'influence bien marquée sur la composition des tubercules ou des graines. L'azotate de soude a fourni des tubercules un peu moins nombreux mais un peu plus riches en fécule que les engrais ammoniacaux ou le fumier de ferme. Mais ces différences sont minimes.

MM. Corenwinder et Contamine [1] ont comparé l'action sur la végétation de l'acide phosphorique répandu dans tous les sols fertiles, avec celle de l'acide renfermé

[1] B. Corenwinder et G. Contamine, Recherches sur l'acide phosphorique des terres arables. *Comptes rendus*, 1877, LXXXV, p. 501.

dans les engrais (superphosphates). Ils ont trouvé qu'à proportion infiniment plus faible ce dernier a une action beaucoup plus énergique. En d'autres termes l'état moléculaire de cette substance est d'une grande importance au point de vue de la facilité qu'ont les plantes à l'absorber.

MM. Fliche et Grandeau[1] ont donné l'année dernière un travail analytique sur la composition des feuilles caduques; ils ont étendu aujourd'hui leurs recherches aux feuilles persistantes du pin noir d'Autriche. Les résultats obtenus sont en général concordants et voici le résumé qu'en donnent les auteurs.

Depuis l'époque de l'épanouissement des bourgeons jusqu'au moment de leur chute, les feuilles persistantes des conifères s'enrichissent en substance sèche. Elles perdent une partie de leur azote qui est résorbé, mais la proportion des cendres s'accroît. Parmi les parties constituantes de celles-ci, l'acide phosphorique, l'acide sulfurique et la potasse diminuent, tandis que la chaux, le fer et la silice augmentent. Pas de loi générale pour la magnésie et la soude. L'assimilation très-active chez ces feuilles pendant la première année, se ralentit beaucoup au début de la seconde pour cesser ensuite à peu près complétement. Les feuilles doivent jouer alors un rôle fort analogue à celui des tissus de réserve des axes aériens et souterrains.

La nature chimique du sol a une influence considérable sur le taux des cendres, ainsi que sur leur composition, mais dans une moindre mesure lorsque les arbres

[1] Fliche et Grandeau, Recherches chimiques sur la composition des feuilles du pin noir d'Autriche. *Ann. Chim. et Phys.* 1877 XI, p. 224.

sont en bon état de végétation. Ces feuilles persistantes se comportent à peu près comme les feuilles caduques des angiospermes. Cependant elles sont toujours un peu plus sèches, moins riches en azote, au moins pendant leur période active, et beaucoup plus pauvres en cendres, la composition centésimale de celles-ci présentant en outre quelques différences.

Au point de vue pratique on peut encore conclure de ces recherches, que l'enlèvement des feuilles mortes est nuisible à la fertilité du sol, aussi bien dans les bois de conifères que dans les autres. En outre les conifères sont supérieurs à tous autres arbres pour le boisement des sols pauvres et le pin d'Autriche mérite la préférence lorsqu'il s'agit de boiser des terrains calcaires sous un climat qui permet seulement l'emploi des pins parmi les conifères.

M. Émery[1] a contesté une partie des résultats obtenus par MM. Fliche et Grandeau (*Archives*, 1877, LVIII, p. 382) dans leurs travaux d'analyse de 1876. Tandis que ces observateurs ont admis que la proportion d'eau décroît constamment depuis la naissance de la feuille, jusqu'à sa chute, M. Émery maintient qu'elle augmente pendant une certaine période, atteint un maximum, puis décroît jusqu'à la mort de l'organe. Ce physiologiste annonce du reste des travaux étendus sur ce sujet.

M. H. Grandeau et A. Bouton[2] ont étudié la composition chimique du gui et publié une première note sur les relations qui existent entre les principes minéraux du

[1] Émery, Influence de l'âge sur la composition des feuilles. *Bull. Soc. bot. de France*, 1876, XXIII, p. 391.

[2] H. Grandeau et Bouton, Étude chimique du gui. *Comptes rendus*, 1877, vol. LXXXIV, p. 129.

parasite et ceux des essences sur lesquelles il croit. Les analyses ont porté sur le peuplier, le robinier et le sapin, les chiffres qu'elles fournissent montrent que d'un côté la composition des cendres du gui diffère essentiellement de celle des essences sur lesquelles il croît, mais que, d'un autre côté, elle varie d'une essence à l'autre. En général, le gui semble vivre sur l'arbre qui le porte, comme une plante dans le sol; comme celle-ci, il puise ses principes nutritifs dans les parties jeunes et gorgées de sucs, et, en général, il renferme beaucoup plus de potasse et d'acide phosphorique que l'arbre qui l'héberge.

L'inuline dont la présence a été depuis longtemps constatée dans la famille des Composées a été signalée depuis lors dans quelques groupes voisins (Campanulacées, Lobéliacées, Goodéniacées, Stylidiées). M. Kraus[1] a vérifié le fait, et signalé une nouvelle réaction qui permet d'observer promptement et sur place les sphéro-cristaux caractéristiques de l'inuline dans les cellules où ils se forment. Il suffit pour cela d'immerger les préparations microscopiques dans la glycérine; on ne tarde pas à voir les cristaux se former. Ce moyen d'investigation a permis de reconnaître la présence de l'inuline (souvent associée à du sucre) dans différents organes aériens (tiges, feuilles, etc.) où on ne la soupçonnait pas. Les réactions chimiques de l'inuline extraite des Campanulacées, Lobéliacées, etc., sont exactement les mêmes que celles des Composées. Cette substance se rapproche de l'amylo-dextrine décrite par M. Nägeli, mais différentes réactions suffisent cependant pour l'en distinguer.

[1] G. Kraus, Das Inulin-Vorkommen ausserhalb der Compositen. *Bot. Zeit.*, 1877, n° 21.

M. le Dr Harz[1] a découvert dans les téguments de la graine de Spergula la présence d'un corps très-soluble dans l'alcool, remarquable par sa fluorescence, qu'il a nommé *sperguline.* La solution incolore ou verdâtre à la lumière transmise paraît à la lumière réfléchie colorée d'un bleu foncé très-intense. La composition peut être approximativement exprimée par la formule $C_8 H_7 O_2$. L'analyse spectrale n'indique pas de relation avec la chlorophylle; il y a une légère absorption dans le jaune, et absorption complète des rayons bleus, indigo, violets. Ce sont ces derniers rayons qui provoquent la fluorescence. La sperguline ne se rencontre que dans la couche externe (épiderme) de la graine, et dans nulle autre partie de la plante. Elle fait partie de la membrane cellulaire et dérive probablement de la cellulose.

M. Fr. von Höhnel[2] a présenté à l'Académie des Sciences de Vienne le résultat de recherches histo-chimiques sur deux combinaisons répandues dans certains végétaux, la *xylophiline* et la *coniférine.* C'est du premier de ces corps que dérive la coloration violette de beaucoup de membranes sous l'influence de l'acide chlorhydrique : la xylophiline soluble dans l'eau et l'alcool se rencontre en effet chez un très-grand nombre de plantes ligneuses et aussi chez quelques plantes herbacées, mais seulement dans le contenu des cellules. Traitée par l'acide chlorhydrique, elle donne naissance à une combinaison faiblement colorée en violet ; celle-ci à son tour est absorbée en grande quantité par les membranes lignifiées et s'y accu-

[1] C.-O. Harz, Ueber die Entstehung und Eigenschaften des Spergulins eines neuen Fluorescenten. *Bot. Zeit.*, 1877, nos 31 et 32.

[2] Fr. von Höhnel, Histochemische Untersuchung über Xylophilin und Coniferin. *Bot. Zeit.*, 1877, n° 49, p. 785.

mule en leur communiquant une coloration intense. Cette propriété est assez caractéristique pour que l'extrait de xylophiline puisse servir de réactif pour reconnaître la lignine. Une fois absorbée par une membrane, la xylophiline y est retenue avec une grande énergie et n'en peut être séparée que difficilement par les meilleurs dissolvants. — La *coniférine* à son tour ne se rencontre que dans les membranes ligneuses, chez tous les conifères et chez un très-grand nombre d'autres arbres. Peut-être accompagne-t-elle toujours la lignine bien qu'en faible proportion.

M. le prof. Schnetzler[1], de Lausanne, a étudié l'action des solutions de borax sur la diffusion des matières colorantes végétales. Il a observé que lorsqu'on plonge les organes végétaux dans une solution saturée, les matières colorantes liquides diffusent rapidement dans le liquide ambiant. Les matières colorantes granuleuses, au contraire, ne diffusent pas ou ne le font qu'au bout d'un temps fort long. On peut ainsi séparer facilement ces deux classes de principes colorants, et reconnaître dans bien des cas la présence d'un pigment masqué par une séve colorée, comme par exemple dans le cas des feuilles rouges dont la chlorophylle est invisible.

Le même observateur a étudié le développement et la répartition du principe colorant rouge du *Phytolacca decandra*[2] et reconnu que la genèse de ce principe est liée à l'activité assimilatrice des feuilles; lorsqu'on supprime

[1] J.-B. Schnetzler, Observations sur la diffusion des matières colorantes végétales. *Archives des Sciences phys. et nat.*, 1877, LX, p. 388.

[2] J.-B. Schnetzler, Observations sur le Phytolacca decandra. *Bull. Soc. Vaudoise Sc. nat.*, XV, 78, p. 60.

une partie de celles-ci,la coloration des fruits se fait très-imparfaitement; ce phénomène est également lié à la présence de l'acide oxalique, représenté par les cristaux d'oxalate de chaux toujours abondants dans les cellules voisines des cellules colorées. L'auteur rapproche cette observation des recherches de M. Carl Kraus (Neues Repertorium für Pharmacie, Bd. XXII) sur la coloration rouge automnale des feuilles qui serait produite par l'acide oxyphénique.

M. Prillieux[1] a fait part à la Société botanique de France de ses observations sur la coloration verte que présentent certains bois morts (chênes, hêtres, etc.). Ce phénomène se présente dans le bois qui est atteint de pourriture blanche, et il est dû à un champignon du groupe des Peziza (Chlorosplenium æruginosum) qui se développe dans le bois en partie désorganisé. Ce parasite est lui-même d'un beau vert et sécrète probablement le principe colorant qui pénètre les membranes cellulaires voisines. Ce principe est très-résistant aux acides; il est décoloré par les alcalis; il ne se dissout bien que dans le chloroforme. Sa solution est d'un vert bleuâtre et passablement fluorescente. L'analyse spectrale dénote la présence de deux bandes d'absorption, une dans le rouge et l'autre dans l'orangé-jaune. En somme toutes ces propriétés sont fort différentes de celles de la chlorophylle.

Des observations récentes de M. Müntz[2] il ressort avec évidence que les tissus végétaux fortement azotés

[1] E. Prillieux, Sur la coloration en vert du bois mort. *Bull. Soc. bot. de France*, 1877, XXIV, p. 167.

[2] A. Müntz, Sur la fixation du tannin par les tissus végétaux. *Comptes rendus*, 1877, LXXXIV, 955.

sont, comme les tissus animaux, doués de la propriété de fixer le tannin, de l'emmagasiner dans leur sein sous forme insoluble. Du mycélium de Pennicilium développé sous forme d'une peau épaisse et plongé dans une solution de tannin additionnée de chloroforme (pour suspendre les manifestations vitales), a absorbé en dix-huit jours 60,2 pour cent de son poids de tannin, c'est-à-dire presque autant que la peau des animaux. Cette propriété n'est pas exclusivement réservée aux cryptogames, mais est propre à tous les tissus fortement azotés, par exemple, des grains de haricots ont en trois mois absorbé 17,2 pour cent de leur poids de tannin.

De ses recherches de chimie végétale, M. Church [1] extrait les trois points suivants : 1° Le principe colorant du *Coleus Verschaffeltii* répandu dans l'épiderme et le parenchyme a la formule $C_{10}H_{10}O_5$ ou un multiple ; cette substance à laquelle l'auteur donne le nom de *coléine* est probablement la même qui colore en rouge, pourpre, violet, etc., beaucoup de fleurs et de fruits ; 2° Les cendres des fleurs de frêne sont remarquables par la grande proportion qu'elles contiennent des éléments les plus importants de la nutrition végétale (chaux, potasse, phosphore). Des observations antérieures sur d'autres espèces avaient donné des résultats analogues ; 3° Les parties blanches des feuilles panachées (*Acer Negundo*) se distinguent des parties vertes par leur plus grande richesse en eau, par une proportion de potasse et de phosphore plus considérable, et par une proportion de chaux moindre. Ces caractères tendent à les rapprocher des feuilles jeunes.

[1] A.-H. Church, Some contributions to plants chemistry. *Journal of botany*, 1877, p. 364 (décembre).

M. Bœhm [1] a montré que, lorsque l'acide carbonique est absorbé par les cellules des plantes grasses, ce n'est pas seulement dans le contenu liquide des cellules qu'il se répand ; il s'accumule aussi dans les parois cellulaires, et cela avec d'autant plus d'énergie que le rameau est plus complétement desséché.

Les *Archives* (1875, tome LII) ont rendu compte des recherches de MM. Dehérain et Landrin sur les échanges de gaz entre la graine et l'atmosphère pendant la germination. A la suite de critiques soulevées par ce mémoire, M. Dehérain [2] a repris le même sujet d'études ; ses résultats publiés dans les *Annales agronomiques* confirment ceux qu'il avait précédemment annoncés. Il a trouvé en somme que les gaz pénètrent dans les graines dès le commencement de la germination, l'oxygène aussi bien que l'azote. Souvent l'oxygène seul diminue, tandis que l'azote ambiant augmente de volume, augmentation due à l'azote confiné qui existe dans les graines normales et s'en dégage pendant la germination. La condensation de gaz dans les graines est forcément accompagnée d'un dégagement de chaleur qui favorise l'action de l'oxygène atmosphérique et peut-être la détermine.

Dans une même espèce, les graines les plus grosses et les plus pesantes sont-elles les mieux préparées à donner promptement des plantes robustes ? Doit-on admettre, en outre, que certains éléments minéraux (la chaux, par exemple, d'après M. Bœhm) se rencontrent dans les graines en quantité insuffisante ; qu'en d'autres termes, pour uti-

[1] Prof. Bœhm, Ueber Absorption von Kohlensäure durch die vegetabilische Zellwand. *Bot. Zeit.*, 1878, n° 2.

[2] P.-P. Dehérain, Nouvelles recherches sur la germination. *Ann. agronom.*, n° 2, p. 229.

liser tous les éléments accumulés dans les cotylédons, il faille l'intervention d'éléments minéraux puisés au dehors? Telles sont les questions que M. Marek[1] a cherché à résoudre par trois séries d'expériences faites sur les graines de *Phaseolus vulgaris*. Dans la première série, des graines de différentes grosseurs prises sur des plantes voisines étaient cultivées dans différentes conditions d'humidité, d'éclairage, etc. Dans la seconde série, des graines de composition chimique variée, étaient cultivées côte à côte; l'auteur les avait obtenues en les récoltant sur des terrains fumés fortement les uns au phosphore, les autres à la chaux, les autres à l'azote. Enfin la troisième série, servant de contrôle aux autres, montrait l'effet des sels de phosphore, de chaux, et d'azote offerts à la jeune plante en solution. La première série d'expériences a montré d'une manière très-nette que les graines les plus pesantes sont les meilleures à semer, que plus la provision des principes accumulés est grosse, mieux les jeunes plantes réussissent. De la seconde série on peut conclure que les plantes qui se sont développées dès le début avec le plus de vigueur et qui ont atteint la plus grande hauteur de tige sont celles dont les graines renfermaient une forte proportion d'acide phosphorique et de chaux. Le plus grand nombre de feuilles et d'inflorescences semble lié à l'action de l'acide phosphorique seul. Enfin une forte proportion d'azote dans la graine ne paraît utile que lorsqu'elle est accompagnée d'une également forte proportion d'acide phosphorique. Ces expériences indiquent donc l'acide phosphorique comme l'un des meilleurs engrais à em-

[1] Gustav Marek, Ueber den physiologischen Werth der Reservestoffe in den Samen von Phaseolus vulgaris. Halle, 1877, 32 pages.

ployer pour activer la végétation. Enfin les expériences comparatives de la troisième série ont également tourné au profit de l'acide phosphorique qui a été l'élément minéral dont l'influence était le plus favorable à la production de matière organique. L'azote et la chaux ont produit de moins bons résultats.

L'auteur dit en manière de conclusion : L'influence de l'ensemble des principes accumulés dans la graine est plus favorable que celle des éléments isolés qui ont été examinés. La meilleure manière d'obtenir de fortes plantes sera toujours de semer de belles graines ; ce sont elles qui donnent la plus forte impulsion au développement de la jeune plante ; l'intercalation de principes minéraux comme l'acide phosphorique dans la graine peut être utile mais d'une manière secondaire et n'entre pas en comparaison avec l'action du poids total des principes accumulés.

M. van Tieghem [1] a étudié la manière dont l'albumen des graines est digéré et pénètre dans l'intérieur de la jeune plante. Ce phénomène peut être réalisé de deux manières : ou bien le contenu de l'albumen se dissout lui-même par sa force végétative propre et les cotylédons de l'embryon n'ont plus qu'à l'absorber, ou bien ses tissus sont complétement passifs et le cotylédon doit le dissoudre, le digérer avant de l'absorber. Le premier de ces cas s'est trouvé réalisé pour les albumens charnus ou oléagineux tels que celui du ricin, le second pour les albumens amylacés (belle de nuit) ou cellulosiques (datte). Les expériences ont été faites suivant deux méthodes qui ont donné des résultats absolument concordants. Les albumens ont

[1] Ph. van Tieghem, Sur la digestion de l'albumen. *Comptes rendus*, 1877, LXXXIV, 578.

été séparés du cotylédon et placés dans des conditions favorables à la germination ; celui du ricin a seul subi des modifications ; il a grossi, le contenu des ses cellules s'est dissout en partie ; l'amidon y a fait son apparition ; il a absorbé de l'oxygène et émis de l'acide carbonique. D'après la seconde méthode, les graines ont germé dans des conditions normales et l'on a recherché si la dissolution de l'albumen procédait du centre à la circonférence, c'est-à-dire à partir du cotylédon, ou bien si le phénomène s'opérait dans toutes les cellules à la fois, avec une légère avance en faveur de celles de la périphérie, à cause de la pénétration plus rapide de l'eau. Conformément aux résultats obtenus d'après la première méthode, le second cas s'est réalisé pour le ricin, le premier pour la belle de nuit et le dattier.

Dans tout semis, fait même dans des conditions favorables, les graines ne lèvent jamais toutes en même temps ; quelques-unes ne donnent aucun résultat et pourrissent ; d'autres restent un temps souvent fort long sans montrer aucun symptôme de gonflement, puis sans que les conditions extérieures semblent être modifiées, commencent à germer les unes après les autres. C'est ainsi que dans une expérience de MM. Nobbe et H. Hænlein[1], après 10 jours de séjour dans du papier buvard imbibé d'eau, 65 graines de trèfle étaient encore dures ; un quart d'entre elles germa encore dans les intervalles suivants :

Nombre de jours écoulés :	12	14	63	75	79	167	188	209	247	292
Graines germées :	1	1	1	2	2	1	3	2	1	2

Ainsi des graines purent résister 292 jours à des cir-

[1] T. Nobbe et H. Hænlein, Die Resistenz von Samen gegen de äusseren Factoren der Keimung. *Landw. Vers. Stat.*, 1877, XX, p. 71.

constances favorables à la germination, pour se mettre au bout de ce temps subitement en végétation. Des expériences semblables faites sur différentes espèces ont donné des résultats analogues ; certaines graines de *Robinia pseudo-acacia* germèrent même encore après 1012 jours passés dans le papier buvard imbibé d'eau. L'examen anatomique des enveloppes de la graine montre que c'est la couche cellulaire extérieure et surtout la cuticule qui est le siége de la résistance à la pénétration de l'eau. Mais les différences individuelles entre les graines ne sont point expliquées. Les auteurs pensent que des circonstances encore indéterminées doivent agir sur certaines graines pendant la période de maturation pour leur donner cet extraordinaire pouvoir de résistance aux agents qui favorisent en général la germination.

La jeune plante au moment où sa germination s'effectue est exposée à des dangers de différents ordres et ce n'est que difficilement qu'elle peut parcourir sans accidents les premières phases de son existence, arriver au moment où, munie de feuilles et de racines suffisantes, elle peut vivre d'une vie propre et indépendante. M. G. Haberlandt [1] a passé en revue tous les détails d'organisation qui tendent à protéger la jeune plante et il a réuni les résultats de ses observations dans un mémoire intéressant. Je ne puis indiquer ici que les têtes de chapitre ; une analyse détaillée d'un ouvrage de cette nature m'entraînerait trop loin. L'auteur examine d'abord le rôle du testa qui conserve la vitalité de la graine, la soustrait pendant la germination à l'inconvénient des va-

[1] G. Haberlandt, Die Schutzeinrichtungen in der Entwickelung der Keimpflanze. Vienne, 1877 (Gerold), 99 pages.

riations trop brusques de l'humidité ambiante, etc., puis celui des principes nutritifs accumulés dans la graine qui quelquefois sont plus abondants qu'il ne faut pour amener la production des premières feuilles ou racines, mais qui peuvent continuer à nourrir la jeune plante si les circonstances extérieures sont défavorables. Comme éléments de protection contre l'influence du climat, on peut citer la germination effectuée de préférence dans une certaine saison, le degré de température, d'humidité, etc., qui lui sont le plus favorables. Enfin dans les deux derniers chapitres M. Haberlandt examine la protection matérielle apportée à la jeune plante par la gaîne du cotylédon (Graminées), quelquefois par les bractées, ou plus souvent par la nutation du bourgeon terminal, grâce à laquelle ce ne sont pas les parties les plus jeunes qui sont appelées à déplacer les particules du sol, et enfin le rôle des cotylédons qui, dans bien des cas, après avoir épuisé leur provision de principes nutritifs, fonctionnent comme feuilles assimilantes.

§ 7. *Travaux divers: fécondation, organismes inférieurs, fermentations.*

Liste des mémoires analysés.

Fitz, A. Fermentation de la glycérine. — Fitz, A. De la fermentation alcoolique. — Gayon, U. Sur l'inversion et la fermentation alcoolique du sucre de canne par les moisissures. — Hanstein. Parthénogénèse du Caelebogyne ilicifolia. — Kerner, A. Parthénogénèse chez une angiosperme. — Lechartier et Bellamy. Action des vapeurs toxiques et antiseptiques sur la fermentation des fruits. — Müntz, A. Recherches sur la fermentation alcoolique intracellulaire des végétaux. — Meehan, Th. Notes diverses sur la fécondation. — Van Tieghem, Ph. Le Bacillus amylobacter et son rôle dans la putréfaction des tissus végétaux.

M. A. Kerner[1] a communiqué à l'Académie des sciences de Vienne ses observations sur l'*Antennaria alpina*, espèce originaire des régions arctiques. Un certain nombre de pieds femelles sont cultivés dans le jardin botanique d'Innsbruck, et sans aucune fécondation visible, ils produisent des graines dont plusieurs ont donné des plantes parfaitement normales et semblables au parent. M. Kerner n'hésite pas à voir là un cas de parthénogénèse bien caractérisé, d'autant plus que dans son pays d'origine cette plante ne se rencontre guère que sous la forme femelle (un seul auteur signale un pied mâle trouvé une fois), et qu'il en est de même de tous les échantillons d'herbier. Cette observation intéressante demande à être répétée et complétée, en l'étendant à d'autres espèces d'Antennaria.

M. le prof. Hanstein[2] a publié le résultat des recherches qu'il a faites, il y a quelques années déjà avec M. le prof. Al. Braun sur la reproduction du *Caelebogyne illicifolia*. Les observations poursuivies dans le jardin de Berlin ont semblé démontrer nettement la parthénogénèse de cette plante. L'individu soumis à l'examen ne portait ni anthères, ni cellules polliniques, et cependant presque toutes les fleurs portèrent des fruits en apparence mûrs, dont la moitié environ contenait des graines. Il n'était pas question d'apport de pollen du dehors dont on ne vit nulle part aucune trace.

Après avoir ainsi établi le fait de la parthénogénèse pour le Caelebogyne, M. Hanstein examine au point de

[1] A. Kerner, Parthenogenesis einer angiospermen Pflanze. *Sitzungsb. d. k. Acad. Wiss. Wien*, LXXIV, 1876.

[2] J. Hanstein, Die Parthenogenesis der Caelebogyne ilicifolia. *Botan. Abhand.*, III, 2.

vue théorique ce mode de reproduction, en le comparant avec les autres modes usités dans le règne végétal. Il estime que la parthénogénèse ne constitue point une impossibilité : la fécondation lui paraît dériver d'une habitude prise et transmise par hérédité plutôt que d'une loi primordiale du règne organique. L'ovule qui, exceptionnellement, produit un embryon sans l'intervention du pollen, ne lui paraît pas s'écarter davantage de ses fonctions naturelles que la feuille, le fragment de racine employé au bouturage.

Un botaniste américain, M. Th. Meehan [1], partisan décidé de l'autofécondation des fleurs, a publié dans les Mémoires de l'Académie de Philadelphie une série de notes destinées à démontrer ses vues. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de ces recherches dont quelques-unes ont vu leurs résultats contestés par M. Asa Gray. Citons seulement deux observations d'une portée plus générale. M. Meehan remarque que les corolles à tube étroit fermé à la gorge par des poils plus ou moins raides (Browallia, Verbena) sont remarquablement favorables à l'autofécondation, la trompe des insectes chargée du pollen étranger devant nécessairement le déposer contre cette barrière avant d'arriver au stigmate. L'auteur indique encore la fermeture de certaines corolles pendant la nuit comme un phénomène favorable à ses vues. En effet, si la fleur n'a pas été visitée par des insectes pendant la journée, les pétales en se redressant rapprochent les étamines du stigmate, ou si les anthères sont déjà vidées, transportent eux-mêmes le pollen dont leur surface est couverte. M. Mee-

[1] Th. Meehan, Notes sur la fécondation des fleurs. *Proc. Acad. of Philadelphia*, 1877, I, 13, 84; II, 108, 110, 142; III, 194, 202.

han a observé des faits de cette nature, sur le *Claytonia virginica* et sur différentes espèces de renoncules.

Des recherches instituées par MM. Lechartier et Bellamy d'une part et par M. Gayon[1] d'autre part, il suit que la fermentation spontanée des fruits accompagnée de production d'acide carbonique est arrêtée par l'action des vapeurs toxiques ou antiseptiques. Les expériences ont porté sur des pommes qui en 49 jours dans des conditions normales produisaient jusqu'à 404 centimètres cubes de gaz. L'acide phénique, le cyanure de potassium, le chloroforme et l'éther suspendaient entièrement le phénomène. Sous l'influence du camphre et du sulfure de carbone, il se manifestait encore, bien qu'avec une intensité beaucoup moindre.

M. Gayon[2] a signalé quelques faits nouveaux relatifs à l'action des moisissures sur les solutions sucrées. Il a montré d'abord que si certaines moisissures telles que le *Penicillium glaucum*, le *Sterigmatocystis nigra* ont la propriété de transformer le sucre de canne en sucre interverti, cette propriété n'est cependant pas générale ; d'autres organismes analogues, *Mucor mucedo*, *Mucor circinelloides*, *Mucor spinosus*, le laissent parfaitement intact. D'autre part, ces mêmes moisissures obligées de vivre sans oxygène libre dans du moût de bière ou dans du moût de raisin y donnent naissance à de véritables cellules de ferment par le cloisonnement très-actif de leur mycélium. Dans les solutions de glucose ou de lévulose,

[1] Lechartier et Bellamy, Action des vapeurs toxiques et antiseptiques sur la fermentation des fruits. *Comptes rendus*, 1877, LXXXIV, p. 1035. U. Gayon, même sujet. *Ibid.*, p. 1036.

[2] U. Gayon, Sur l'inversion et sur la fermentation alcoolique du sucre de canne par les moisissures. *Comptes rendus*, 1878, LXXXVI, 52.

la fermentation alcoolique s'établit comme avec le moût de bière; elle est nulle au contraire dans les solutions de sucre de canne. Cela vient de ce que celui-ci n'est pas interverti et ne peut pas l'être par l'action des ferments de Mucor. C'est donc une démonstration directe du fait, que le sucre de canne n'est pas fermentescible, mais doit être interverti avant de produire de l'alcool.

M. Müntz[1] a refait les expériences de MM. de Luca, Lechartier et Bellamy, etc., sur la fermentation alcoolique intra-cellulaire des végétaux supérieurs. Pour donner plus de poids aux résultats obtenus, il a expérimenté directement sur des plantes vivantes enfermées dans de grandes cloches remplies d'azote, pendant un temps variant de douze à quarante-huit heures. Il a toujours trouvé à l'issue de l'expérience des quantités très-notables d'alcool dans les tissus, et a ainsi apporté une nouvelle confirmation à la théorie de M. Pasteur, d'après laquelle toute cellule vivante est apte en l'absence d'oxygène à fonctionner comme les cellules des champignons en produisant une véritable fermentation alcoolique.

M. van Tieghem[2] a exposé à la société botanique de France le résultat de ses recherches sur le *Bacillus amylobacter*, organisme qui se rencontre dans tous les tissus végétaux en décomposition. Il se distingue des autres espèces de même genre, par la présence de l'amidon qui pendant une certaine période (avant la formation des spores) remplit ses cellules. Il ne se rencontre que dans les tissus qui subissent une véritable putréfaction (disso-

[1] A. Müntz, Recherches sur la fermentation alcoolique intracellulaire des végétaux. *Comptes rendus*, 1878, LXXXVI, 49.

[2] Ph. van Tieghem, Sur le Bacillus amylobacter et son rôle dans la putréfaction des tissus végétaux. *Bull. Soc. bot. de France*, XXIV, p. 128.

ciation et destruction totale des cellules) et non pas dans ceux qui ne sont soumis qu'à une macération (altérations produites dans les cellules par l'action dissolvante de l'eau et le manque d'air), et M. van Tieghem le regarde comme le véritable agent de la putréfaction végétale ; l'amidon qu'il renferme se lie probablement à la destruction des membranes cellulosiques. Comme la plupart des organismes de cet ordre, il ne se développe normalement et n'agit sur les tissus, qu'en dehors du contact de l'air.

M. A. Fitz [1] a publié plusieurs travaux sur certains phénomènes de fermentation. Nous mentionnons tout à fait brièvement ces études conduites surtout au point de vue chimique. L'auteur a constaté une fermentation de la glycérine en présence du carbonate de chaux provoquée par un Schizomycète et il en a étudié les produits assez complexes (acide carbonique, hydrogène, alcool butylique, acide butyrique, etc.). Dans une autre note, M. Fitz indique que le Mucor racemosus croissant dans une solution de sucre de lait ne provoque pas la fermentation à moins que celui-ci ne fût interverti ; c'est le même phénomène qu'a décrit M. Gayon. Dans un troisième travail, l'auteur revient encore sur la fermentation de la glycérine, analyse les produits de celle de la mannite (alcool éthylique, alcool butylique, etc.), et montre que la dextrine fournit plus d'alcool que l'amidon.

[1] A. Fitz, Ueber die Gährung des Glycerins. *Ber. deutsch. chem. Ges.*, IX, 1348. — Ueber alcoolische Gährung. *Ibid.*, p. 1352. Ueber Schizomyceten Gährungen (Glycerin, Mannit, Stärke, Dextrin). *Ibid.*, X, 276.

FEUILLAISON
DÉFEUILLAISON, EFFEUILLAISON

PAR

Alph. DE CANDOLLE

La *feuillaison* est la sortie des feuilles ; la *défeuillaison,* leur chute naturelle; l'*effeuillaison,* leur enlèvement artificiel[1].

Je me suis proposé d'examiner, d'après certains documents connus, et aussi par la voie tantôt de l'observation et tantôt de l'expérience, s'il existe des rapports entre ces trois faits ou phénomènes.

I.

Feuillaison et défeuillaison.

1° *En comparant les espèces.*

Lorsqu'on se demande si les espèces ligneuses qui se feuillent les premières au printemps sont les premières défeuillées en automne, ou si inversement elles sont les dernières, l'attention se porte volontiers sur quelques arbres

[1] Le mot *défeuillaison* qui n'est pas dans le nouveau Dictionnaire de l'Académie, se trouve dans plusieurs autres (Bescherelle, Littré). Quetelet a pris le terme *effeuillaison* dans le sens de chute des feuilles, mais ce n'est pas le vrai sens (voir Littré, Dict.). On a toujours dit effeuiller la vigne, pour enlever les feuilles, comme on dit les arbres se feuillent ou se défeuillent. J'ai admis pour les trois substantifs les sens qui correspondent à ceux des verbes.

cultivés, remarquables par la date précoce ou tardive des phénomènes. Ainsi on pensera tout de suite aux *Robinia pseudo-Acacia, Catalpa* et *Gleditschia,* qui se feuillent tard et perdent vite leurs feuilles, ou peut-être au noisetier, au *Cratægus oxyacantha,* aux poiriers, qui se feuillent de bonne heure et se défeuillent assez tard. Ces aperçus, reposant sur la mémoire, aidée quelquefois du désir de prouver une assertion, ne peuvent pas servir de preuve. Il serait trop facile de trouver des exemples contradictoires. Le seul moyen vraiment scientifique est d'examiner les tableaux de la feuillaison et de la défeuillaison d'un grand nombre d'espèces, observées sans idée préconçue, dans une même localité, par exemple ceux de Quetelet, pour Bruxelles. Les faits y sont constatés, mais on n'en a pas tiré jusqu'à présent les conséquences qu'on peut en déduire pour les époques relatives dont nous parlons.

Je prendrai le résumé de quatre années (1841-44) donné par Quetelet dans son volume sur le *Climat de la Belgique* (in-4°, 1846, pages 109-112). Les observations portent sur un nombre assez considérable d'espèces, dans un pays où l'hiver n'est ni précoce ni vigoureux, ce qui les rend préférables aux observations de Vienne, Upsal, St-Pétersbourg et autres villes du nord ou de l'intérieur du continent. En Belgique les feuilles tombent, pour ainsi dire, de vieillesse, tandis que dans ces autres localités elles sont atteintes subitement en automne par des gelées, qui surviennent à des époques assez irrégulières. Probablement à Bruxelles, comme on l'a remarqué ailleurs, les feuilles durent moins après un été sec qu'après un été humide, mais en prenant des moyennes de quatre ans cette cause d'erreur est fortement diminuée.

Il y a sur les tableaux 38 espèces ou variétés notables observées quant aux deux phénomènes de la feuillaison et de la défeuillaison. Je relèverai dans leur ordre les feuillaisons les plus précoces ou les plus tardives, et les défeuillaisons également les plus précoces ou les plus tardives.

A. *Feuillaisons précoces.*

Spiræa sorbifolia	16 févr.
Ribes Grossularia	10 mars.
Sambucus nigra	15 »
Syringa vulgaris	18 »
Philadelphus coronarius	19 »
Ribes rubrum Salix babylonica	20 »
Lonicera Symphoricarpos Syringa persica Pyrus spectabilis	21 »
Amygdalus persica	23 »
Pyrus spuria Corylus Avellana	24 »

B. *Défeuillaisons précoces.*

Robinia Caragana	1 oct.
Berberis vulgaris	15 »
Æsculus macrostachya Spiræa sorbifolia	17 »
Spiræa salicifolia	18 »
Syringa vulgaris alba Fraxinus argentea	20 »
Gleditschia ferox Prunus spinosa	22 »
Acer Negundo Corylus Avellana Cytisus Laburnum Juglans regia Prunus Cerasus (2 var.) Tilia parvifolia	25 »

C. *Feuillaisons tardives.*

Populus alba » fastigiata Ulmus campestris	9 avril.
Rhus Typhinum	14 »
Acer pseudo-Platanus	19 »
Vitis vinifera	21 »
Robinia pseudo-Acacia » viscosa	22 »
Quercus Robur	24 »
Morus alba	25 »
Juglans regia	26 »
Fraxinus nigra	27 »
Gleditschia ferox	1 mai.

D. *Défeuillaisons tardives.*

Pyrus communis » Malus » spuria Rhus Typhinum	4 nov.
Pyrus spectabilis	5 »
Vitis vinifera	6 »
Amygdalus persica Prunus armeniaca Robinia pseudo-Acacia Sambucus nigra	7 »
Morus alba	11 »
Glycine sinensis	13 »

Les mêmes noms se retrouvent rarement dans deux

des divisions de ce tableau, d'où il est permis d'inférer qu'il n'y a pas de rapport habituel entre les feuillaisons et les défeuillaisons. Cette absence de rapport est plus évidente dans certaines catégories que dans d'autres.

Par exemple, si l'on compare *A* et *B*, c'est-à-dire les feuillaisons et défeuillaisons les plus précoces, on voit que sur 13 espèces de *A*, deux seulement (*Spiræa sorbifolia* et *Syringa vulgaris*) se retrouvent parmi les 13 espèces de *B*. Il est donc assez rare qu'une même espèce se feuille de bonne heure et se défeuille aussi de bonne heure. Une feuillaison précoce fait augurer une défeuillaison plutôt tardive. Il ne faudrait pourtant pas compter sur ce rapport comme habituel, car si l'on compare *A* et *D*, c'est-à-dire les feuillaisons précoces avec les défeuillaisons les plus tardives, on trouve quatre espèces communes à ces deux catégories : *Sambucus nigra*, *Pyrus spectabilis*, *Pyrus spuria*, *Amygdalus persica*. Les observations de Quetelet ne portaient que sur des espèces à feuilles caduques, par conséquent pour l'ensemble du règne végétal, qui comprend beaucoup d'espèces à feuilles persistantes, la proportion des espèces à feuillaison précoce et défeuillaison tardive est nécessairement plus forte que dans les tableaux.

En comparant *C* et *B*, on ne trouve que deux espèces ayant la feuillaison tardive et la défeuillaison précoce (*Juglans regia* et *Gleditschia ferox*). Ainsi la probabilité est évidemment pour une défeuillaison tardive quand la feuillaison est elle-même tardive.

Enfin si l'on compare les espèces à feuillaison tardive avec celles à défeuillaison tardive (*C* et *D*), on remarque quatre espèces communes, savoir : *Rhus Typhinum*, *Robinia pseudo-Acacia*, *Morus alba* et *Vitis vinifera*. Ainsi

le quart des espèces à feuillaison tardives est aussi à défeuillaison tardive, proportion semblable à celle tirée de *A* et *D*.

Nous remarquons dans tous ces cas des proportions inférieures à $^1/_2$, par conséquent on ne peut pas fonder sur l'époque de la feuillaison d'une espèce à feuilles caduques une probabilité relativement à sa défeuillaison, ou vice-versâ. Il serait même plus vrai de dire que la probabilité est de 2 à 6 contre un pour une absence de connexité entre les deux phénomènes [1].

A priori cette absence de rapport se comprend assez bien une fois qu'il s'agit d'espèces différentes, car la chute des feuilles dépend surtout de l'état des cellules du pétiole en automne et sous ce point de vue les espèces ont chacune leur qualité particulière, indépendante des faits du printemps.

Le climat combiné avec cette nature propre du pétiole de chaque espèce est une cause de différences. Dans un pays à climat extrême, comme les États-Unis orientaux, le Japon, la Chine, la Perse, etc., une plante ligneuse ne peut guère subsister à moins de se feuiller tard et de se défeuiller de bonne heure. Si quelques individus varient dans le sens de se feuiller plus tôt ou de se défeuiller plus tard que les autres, ils doivent souffrir et même périr, ce qui ramène l'espèce à la moyenne possible sous les conditions du climat. On peut expliquer ainsi la courte période pendant laquelle sont feuillés les *Catalpa* et *Gleditschia*, originaires des États-Unis, le *Paulownia*,

[1] J'ai comparé de la même manière les observations de Quetelet, à Bruxelles, en 1860, et celles de Fritsch, à Vienne, en 1857 (Phänolog. Beobacht., etc., in-4°). Les espèces sont en partie différentes, mais les conclusions à en tirer sont les mêmes.

originaire du Japon, et le *Juglans regia,* d'Arménie. Le *Robinia pseudo-Acacia,* natif du nord-est des Etats-Unis et le *Glycine sinensis,* de Chine, sont indiqués, il est vrai, dans les tableaux comme se défeuillant tard, mais c'est en Belgique, sous un climat occidental, et il se pourrait bien que dans leurs pays d'origine la défeuillaison soit amenée ordinairement plus vite par des gelées en automne.

L'effet dominant du climat se fait apercevoir d'une autre manière dans les tableaux de Quételet. L'ordre dans lequel se feuillent ou se défeuillent les espèces n'est pas exactement le même chaque année. Il y a des différences trop nombreuses pour qu'on puisse les attribuer à des erreurs d'observation. Cela tient sans doute à ce que certains degrés de température nécessaires à une espèce pour que ses bourgeons végètent n'arrivent pas semblablement chaque année. Telle espèce peut se trouver en retard parce qu'elle n'a pas eu, une certaine année, assez de chaleur au-dessus de $+5°$ qui lui est nécessaire, tandis qu'une autre espèce pouvait végéter à des températures plus basses. La défeuillaison doit varier aussi en raison des sécheresses d'été, ou des premiers froids d'automne, qui affectent plus une espèce qu'une autre et ne sont pas semblables chaque année. Les mêmes causes expliquent pourquoi l'ordre de la feuillaison ou de la défeuillaison n'est pas identique, pour les mêmes espèces, dans des pays différents.

Ceci nous conduit à une question plus nouvelle, qui est de savoir comment se comportent les phénomènes de feuillaison et défeuillaison pour des individus de même espèce, dans la même localité et la même année. L'organisation du pétiole semble devoir être pareille dans les arbres d'une même espèce, d'où l'on pourrait inférer que

la chute des feuilles doit arriver toujours après un laps de temps déterminé. Nous allons voir qu'il n'en est pas ainsi dans la plupart des cas.

2° *En comparant les individus de la même espèce.*

Dans plusieurs espèces, comme le marronnier, le hêtre, l'orme, etc., on voit des arbres voisins, plantés en même temps, soumis à ce qu'il semble aux mêmes conditions extérieures, ne pas se feuiller ni se défeuiller simultanément. Ces faits d'idiosynchrasie, pour employer l'expression admise, sont constants. Ils se représentent, pour deux arbres rapprochés, toujours de la même manière, d'année en année, même quand les différences d'époque de feuillaison ou défeuillaison se réduisent à deux ou trois jours seulement[1].

Les individus qui se feuillent les premiers se défeuillent-ils aussi les premiers ? ou inversément ? Je ne vois pas dans les livres de physiologie qu'on ait jamais examiné cette question.

Pour le marronnier (*Æsculus Hippocastanum*), espèce où la diversité est très-grande d'un individu à l'autre, voici quelques faits.

M. Alfred Le Fort, ancien juge, possède dans la cour de sa maison de campagne, à Frontenex, canton de Genève, trois vieux marronniers. Il a constaté que les premiers défeuillés en automne sont les derniers feuillés au printemps suivant. Ainsi :

Le 1er novembre 1875, le n° 1 est à peu près entiè-

[1] Voir mon tableau de deux marronniers de la Treille, à Genève, observés pendant près de 60 ans. *Archives des sc. phys. et nat.* de juin 1876, t. LVI, p. 73.

rement défeuillé ; le 2 a les feuilles complétement jaunes, mais non tombées ; le 3 a des feuilles commençant à jaunir.

Le 10 novembre, les n°s 1 et 2 étaient entièrement défeuillés; le 3, à moitié, avec un certain nombre de feuilles jaunes.

Le 20 mars 1876, voici l'ordre d'évolution :

N° 1. Bourgeons encore fermés.
2. Déjà des feuilles d'un pouce.
3. Le plus feuillé. Des feuilles de deux pouces environ.

M. Le Fort ajoute : « c'est conforme à la marche observée depuis bien des années. »

Entre les deux marronniers de la Treille, à Genève, dont la feuillaison a été notée pendant 57 et 68 ans (*Archives*, juin 1876), il se trouve un troisième marronnier qui conservait ses feuilles plus tard, d'une manière évidente, en 1876. Au printemps suivant il s'est feuillé deux jours environ plus tard.

Un marronnier célèbre pour sa feuillaison hâtive est celui appelé du *Vingt mars*, au jardin des Tuileries [1]. Me trouvant à Paris le 12 octobre 1876 j'ai voulu voir s'il était plus ou moins défeuillé que les autres marronniers de la même promenade. Il avait un peu plus de feuilles que son voisin, au midi, et que plusieurs autres marronniers des Tuileries. M. Henri Vilmorin a eu l'obligeance de revoir ce marronnier dans l'automne de 1877 et voici ce qu'il

[1] Il est situé à l'angle S.-E. d'un rectangle gazonné entouré d'une grille, qui est à l'entrée de l'allée principale, à droite quand on va de l'ancien palais vers la place de la Concorde, près de la statue d'une nymphe en course. Cet arbre ne donne pas de fruits ou du moins en donne rarement, d'après ce que m'a dit un des surveillants du jardin, ancien militaire bon observateur.

m'en a écrit. « Le marronnier du 20 mars a près de lui deux autres marronniers plus jeunes et qui perdent leurs feuilles plus tôt que lui. Il y en a, au contraire, deux autres placés à peu près symétriquement avec lui par rapport au petit parterre entouré d'une grille, qui au 15 octobre étaient plus verts et plus garnis de feuilles que l'arbre du 20 mars. Comparé à l'ensemble des marronniers des Tuileries ce dernier doit être considéré comme gardant ses feuilles plus longtemps que la moyenne des arbres de la même espèce. »

Ceci est un détail à côté des nombreuses observations que M. H. Vilmorin a bien voulu faire, sur ma demande, dans sa propriété de Verrières. Elles ont porté sur trois espèces. Voici ce qui concerne les marronniers.

Trente-quatre arbres âgés de 150 ans, disposés en plantation régulière, ont présenté ceci de particulier dans l'automne de 1876 :

Les n°s 7, 9 et 20 ont perdu très-vite leurs feuilles; ils étaient défeuillés entièrement le 5 novembre. Les n°s 6, 12 et 33 étaient défeuillés dès le 10 au matin, mais ce jour-là une gelée de — 6° est survenue, qui a fait tomber subitement les feuilles de tous les autres individus, de manière que les plus tardifs à se défeuiller naturellement n'ont pas pu être déterminés.

Laissant de côté le 33, qui a été influencé par le fait d'une culture dans son voisinage [1], M. Vilmorin a noté au printemps suivant :

[1] « On sait, m'écrit M. Vilmorin, que la végétation des arbres se prolonge plus longtemps dans un sol remué et travaillé que dans un sol inculte et il peut être intéressant de rapporter à ce propos une observation faite aux Barres, chez mon grand-père. Deux champs étaient séparés par un chemin bordé de peupliers d'Italie formant avenue. Une certaine année, l'un des deux champs étant labouré et

Les nos 5, 9, 10 et 22 déjà bien feuillés du 15 au 20 avril, et bientôt après les 2, 7, 20, 21, 23, 26, 27, 28, 34.

Venaient ensuite 3, 4, 6, 8, 12, 13, 15, 25, 30, 31, bien verts au 25 avril, qu'on peut considérer comme étant dans la moyenne.

Enfin les 11, 17, 19 et surtout 14, 16, 18, 24, 29, 32, qui n'ont été complétement verts que dans les premiers jours de mai.

On voit que sur les trois arbres très-prompts à perdre leurs feuilles, l'un (9) s'est montré également très-prompt à les reprendre ; les deux autres (7 et 20) l'ont été moins quoique cependant ils aient été assez hâtifs.

Dans l'automne de 1877, M. Vilmorin a pu constater mieux la défeuillaison, parce que la chute a été moins soudaine sous l'influence d'une saison différente. Il a classé ces marronniers comme suit :

Perdant très-vite leurs feuilles : 6, 7, 9.
» moins vite » 4, 8, 10, 12, 16, 18, 20, 22.
Dans la moyenne : 3, 11, 14, 15, 19, 21, 25, 27, 30.
Plus tard : 5, 23, 26, 28, 31, 32.
Très-tard : 2, 24, 29, 34.

Les arbres qui s'étaient défeuillés le plus vite en 1876

fumé à l'automne tandis que l'autre restait sans culture, on remarqua que tous les peupliers plantés sur le bord du champ cultivé conservaient leurs feuilles vertes plusieurs semaines après ceux de l'autre côté, et il devint bien évident que les façons données au sol en étaient cause quand on vit, l'année suivante, le champ situé de l'autre côté de l'avenue étant cultivé à son tour et le premier laissé en friche, le même phénomène se produire en sens inverse, c'est-à-dire la rangée d'arbres, qui s'était dépouillée la première l'année précédente conserver à son tour les feuilles longtemps après l'autre. »

se retrouvent en 1877 dans la même catégorie, avec de légères différences quant à l'ordre. Cette constance des phénomènes reconnue il est intéressant de voir que six des arbres les premiers feuillés au printemps sont tardifs à se défeuiller en automne (5, 2, 23, 26, 28, 34), tandis que cinq autres (9, 10, 22, 7, 20) sont précoces au printemps et prompts aussi à perdre leurs feuilles en automne, comme les deux marronniers observés chez M. Le Fort. Si l'on s'attache surtout aux individus extrêmes dans un sens ou dans l'autre, on remarque chez M. Vilmorin : n° 9 très-précoce et très-vite défeuillé ; 24 et 29 très-tardifs à se feuiller et très-tardifs aussi à se défeuiller. En définitive les deux phénomènes ne paraissent pas avoir une relation régulière. Tel marronnier très-hâtif au printemps peut ou garder longtemps ses feuilles en automne, ou les perdre plus vite que les autres. Ce sont des faits propres à chaque individu, sans connexion apparente.

M. Vilmorin a observé aussi plusieurs tilleuls à large feuille (*Tilia platyphylla*) qui se trouvent chez lui dans une avenue et dans un rond faisant suite à l'avenue.

Les individus de l'avenue les plus hâtifs au printemps de 1877, ont été trois arbres qui, en automne, avaient été reconnus comme tardifs à se défeuiller. Dans le rond, deux arbres, suivis de près par deux autres, ont été hâtifs au printemps; or, des deux premiers, l'un avait été tardif à perdre ses feuilles et l'autre encore plus tardif, et les deux suivants avaient été dans la moyenne pour la défeuillaison.

Nous savons déjà que l'ordre des phénomènes est semblable d'année en année pour les mêmes arbres. Cependant, comme la défeuillaison de ces tilleuls a été notée en 1877 aussi exactement que l'année précédente, il est

bon de remarquer que sur les 7 arbres précoces pour la feuillaison six ont été, en 1877, tardifs à se défeuiller, et un a été dans la moyenne.

Ainsi, dans la majorité des cas, la précocité des tilleuls au printemps a été unie à une défeuillaison tardive en automne. Ces arbres, un peu exceptionnels dans leur espèce, se rapprochaient ainsi de la condition d'arbres toujours verts.

Enfin, M. Vilmorin m'a communiqué des observations sur une haie de 14 pieds de charme (*Carpinus Betulus*), disposés en ligne. Voici leur défeuillaison dans deux automnes et leur feuillaison dans le printemps intermédiaire.

		Défeuillaison en 1876	Feuillaison en 1877	Défeuillaison en 1877
Très-hâtive	nos	1, 4, 9.	5, 7, 12.	2, 4, 6, 9, 12, 14.
Hâtive		6, 12, 14.	10, 11.	
Moyenne		2, 13, 11, 5.	4, 8, 9.	1, 5, 11.
Tardive		10.	6, 13, 14,	10, 13.
Très-tardive		7, 8.	1, 2,	7, 8.

On voit, comme d'ordinaire, une grande ressemblance dans l'ordre de la défeuillaison des divers pieds d'année en année.

Des cinq arbres à défeuillaison très-hâtive ou hâtive 2 ont la défeuillaison plus ou moins tardive, 2 l'ont moyenne et 1 hâtive. Les deux arbres à défeuillaison très-tardive ont une feuillaison l'un hâtive, l'autre moyenne. Ainsi pour les charmes, comme pour les marronniers, les phénomènes sont en désaccord. Chacun d'eux paraît propre à chaque individu, sans qu'on puisse découvrir un effet de la défeuillaison sur la feuillaison ou réciproquement.

Le pied n° 7, qui s'est montré extrême dans les deux sens, n'est resté dépouillé que du 4 décembre au 25 avril

tandis que le n° 1, déjà dépouillé au 25 novembre, n'était pas encore vert au 1er mai.

Il existe autour de la plaine de Plainpalais, à Genève, trois ormes qui se défeuillent plus tard que les autres. Le n° 1, grand arbre, près d'un établissement d'orphelines, était couvert de feuilles vertes, le 13 nov. 1875, tandis que les autres étaient défeuillés depuis 8 à 10 jours. Le printemps suivant et en 1878 j'ai constaté qu'il s'est feuillé après les autres. Le n° 2, dans l'allée qui va directement de Genève à Carouge en face de l'ancien n° 12, rue des Terrassiers, et le n° 3, devant la Mairie, à l'angle du côté de l'octroi, se sont défeuillés après la plupart des autres ormes voisins. Le printemps suivant ils ont été un peu plus hâtifs, et au printemps de 1878, le premier était dans la moyenne, le second un peu hâtif.

En résumé, sur les quatre espèces observées, le marronnier, le charme et l'orme n'ont présenté aucun rapport régulier entre les deux phénomènes, mais dans le tilleul ce sont les individus précoces à se feuiller qui, le plus souvent, se défeuillent le plus tard.

Dans toutes ces observations les conditions extérieures étaient semblables pour les arbres de la même espèce. Par conséquent lorsque la chute des feuilles n'est pas en rapport avec la précocité il faut croire que l'organisation intérieure du pétiole n'est pas identique dans les pieds de la même espèce. Évidemment si tel marronnier, par exemple, se feuille quinze jours plus tôt que ses voisins, la maturité des cellules de ses pétioles devrait amener plus tôt une rupture. Cela n'arrive pas ainsi — donc il y a une diversité d'organisation, malgré la ressemblance extérieure des feuilles. A cet égard, comme pour beaucoup d'autres, les individus dont nous composons les espèces

sont assez semblables pour qu'il y ait presque les mêmes formes et une fécondation possible, sans qu'ils soient identiques.

II.

Effeuillaison.

L'effeuillaison des mûriers, qui se pratique sur une si grande échelle, est connue pour affaiblir les branches ou l'arbre tout entier, de même que l'enlèvement de plusieurs feuilles d'une betterave diminue la production du sucre, mais la précocité des bourgeons du mûrier suivant qu'il a été effeuillé ou non effeuillé n'a probablement jamais été constatée. D'ailleurs l'opération se fait si tôt dans la saison qu'elle n'a peut-être aucune conséquence pour les bourgeons de l'année suivante. La destruction des feuilles, en été, par une grande sécheresse ou par la grêle détermine, chez les marronniers et plusieurs autres arbres, un développement anticipé des bourgeons et une seconde floraison qu'on signale souvent dans le public. La perte des feuilles agit peut-être d'une autre manière quand l'époque en est plus tardive. J'ai donc voulu savoir jusqu'à quel point l'effeuillaison d'un arbre ou d'une branche en automne, avant la chute naturelle des feuilles, avance ou retarde la feuillaison suivante.

Il est impossible de deviner quel doit être le résultat. Sans doute à la suite de l'effeuillaison le bois est moins bien nourri, ce qui paraît une cause de faiblesse et de retard au printemps. D'un autre côté la circulation des sucs s'arrête et il semble que ce repos anticipé pourrait permettre un classement dans les cellules et une modification des sucs favorables peut-être au développe-

ment ultérieur du printemps. L'expérience seule devait décider.

Une haie de charmilles (*Carpinus Betulus*) plantée chez moi, près de Genève, avait en 1875, environ 60 centimètres de hauteur et végétait d'une manière très-uniforme, les pieds étant bien enracinés depuis deux ans. Cette haie était composée d'un double rang. J'ai pris celui du côté ouest pour faire les expériences suivantes.

Les 3me et 6me pieds ont été complétement effeuillés le 3 octobre 1875. Les 9me et 12me l'ont été aussi, complétement, le 17 octobre, et les 15me et 18me, le 31 octobre. Les autres pieds ont été laissés dans les intervalles comme termes de comparaison. Leurs feuilles ont jauni vers le 7 novembre, assez uniformément, mais elles sont tombées successivement et lentement, les pousses plus récentes restant le plus longtemps feuillées.

Le printemps suivant voici quelle a été la feuillaison, notée seulement le 16 avril et le 5 mai, à cause des faibles différences d'un jour à l'autre.

Nos	Feuillaison le 16 avril	Feuillaison le 2 mai
1	Encore nulle.	Complète.
2	»	»
3	Feuilles sortant du bourgeon.	En retard sur les voisins.
4	Bien feuillés.	Complète.
5	»	»
6	Feuilles sortant du bourgeon.	En retard sur les voisins.
7	» » un peu plus.	Complète.
8	» » »	»
9	» » du bourgeon.	En retard sur les voisins.
10	» » »	Complète.
11	» » »	»
12	Aucune feuillaison.	En retard sur les voisins.
13	Déjà presque feuillé.	Complète.
14	Aucune feuillaison.	»
15	» »	En retard sur les voisins.

Nos	Feuillaison le 16 avril	Feuillaison le 2 mai
16	Feuilles sortant du bourgeon.	Complète.
17	» » »	»
18	» » »	En retard sur les voisins.
19	Feuilles sortant un peu plus.	Complète.

Ainsi, au début de la feuillaison, les différences étaient peu sensibles, mais le 2 mai *tous* les pieds qui avaient été effeuillés en automne se sont trouvés en retard. Ils avaient seulement quelques feuilles, moins nombreuses et moins étalées que les autres. A première vue on ne pouvait pas en douter. Les pieds effeuillés de 15 en 15 jours se présentaient à peu près de même relativement à leurs voisins non effeuillés. Quant à des indications plus précises des degrés de la feuillaison, je n'ai pas su en découvrir, les bourgeons s'ouvrant peu à peu. D'ailleurs la température accélère plus ou moins l'évolution et elle varie continuellement, de sorte qu'en estimant un retard à un jour, à deux jours, etc., on emploierait des unités dissemblables, qui n'auraient pas de précision.

M. Charles Martins, directeur du jardin botanique de Montpellier, a eu l'obligeance de faire quelques expériences analogues aux miennes, sur d'autres espèces. Il a fait effeuiller le 11 octobre 1875, un *Melia Azedarach* isolé ; le 13 octobre des *Gledîtschia triacanthos* d'une haie, sur l'espace d'un mètre ; d'autres *Gledîtschia* d'une haie moins ombragée ; et enfin, le 20 octobre, un mètre de longueur d'une haie de *Ligustrum japonicum*, arbuste toujours vert.

Le printemps suivant, le *Melia* et les *Gledîtschia* effeuillés ont été un peu en retard pour la feuillaison, mais si peu qu'il fallait être averti pour s'en apercevoir (lettre du 9 juillet 1876). Dans une lettre subséquente (26 jan-

vier 1878), M. Martins s'exprime ainsi : « Il y a eu retard, mais de combien c'est ce que je ne saurais déterminer. Retard de quelques jours, voilà ce que j'ai observé sur les trois végétaux expérimentés. »

Après des résultats aussi concordants sur quatre espèces, très-différentes, on ne peut pas douter que l'effeuillaison en automne n'ait pour conséquence de retarder un peu la feuillaison du printemps suivant.

En 1875 et 1876, on ne connaissait pas encore les observations de M. Askenasy sur la croissance des bourgeons pendant l'hiver (*Bot. Zeitung*, déc. 1877). Il est probable, d'après ce travail intéressant, que l'effeuillaison en automne entrave la croissance subséquente des bourgeons et devient ainsi la cause du retard. D'un autre côté, il est assez singulier que les individus tardifs à se défeuiller, dans leur espèce, ne soient pas toujours les plus avancés au printemps.

La chute des feuilles quand elle est accélérée, comme cela arrive quelquefois, par des vents impétueux ou des froids précoces en automne, doit aussi avoir pour conséquence un retard dans la feuillaison suivante. Il est probable également que les espèces les plus exposées à une effeuillaison par des causes naturelles doivent être tardives au printemps, quoique dans les tableaux ci-dessus il n'ait pas été possible de constater une liaison régulière entre les deux phénomènes.

J'ai voulu savoir quel effet peut produire l'effeuillaison d'une ou plusieurs branches d'un arbre, les autres étant laissées intactes.

Sur un beau pied de hêtre pourpre (*Fagus sylvatica purpurea*), qui existe chez moi, j'ai effeuillé complétement une branche, le 3 octobre 1875, et une autre le 17 du

même mois. Elles ont été marquées avec des laines de deux couleurs. L'arbre s'est défeuillé le 12 novembre. Le 5 mai suivant, époque où il s'est feuillé, je n'ai pu voir aucune différence entre les branches effeuillées et non effeuillées.

Même résultat sur trois branches d'un *Juglans regia præparturiens,* effeuillées le 3 octobre. Les autres branches ont perdu leurs feuilles du 31 octobre au 5 novembre. Le printemps suivant je n'ai vu aucune différence dans l'évolution des bourgeons appartenant aux rameaux effeuillés et non effeuillés.

Sur un noyer ordinaire (*Juglans regia*) j'ai effeuillé trois branches de trois côtés de l'arbre, une le 3 octobre 1875 et les deux autres le 17, en les marquant convenablement. L'arbre s'est défeuillé du 31 octobre au 7 novembre. Le 20 mai de l'année suivante les feuilles des branches effeuillées étaient en retard, d'une ou deux par bourgeon.

Sur un tulipier (*Liriodendron tulipifera*) j'ai effeuillé le 3 octobre 1875 une branche du côté sud, et le 17 une autre branche du même côté, en les marquant avec des laines. Les feuilles enlevées étaient vertes sur la première branche et un peu jaunies sur la seconde. L'arbre a commencé de se défeuiller le 7 novembre. Le 24 avril de l'année suivante, ses feuilles commençaient à sortir, une à une, des bourgeons. Les bourgeons des branches qui avaient été effeuillées étaient en retard d'une feuille sur les autres des rameaux non effeuillés.

Le 22 octobre 1876 j'ai refait l'expérience sur un cytise Aubour (*Cytisus Laburnum*) formé de plusieurs branches, de 2 mètres environ de hauteur, qui s'élèvent d'une ancienne souche. Huit branches du côté est ont été

complétement effeuillées et marquées ; les autres, un peu plus nombreuses et laissées intactes, étaient au milieu de la touffe et des côtés nord et sud-ouest, un peu moins accessibles aux rayons du soleil. Le printemps suivant je n'ai pu voir aucune différence dans l'évolution.

En définitive l'effeuillaison d'une branche, en automne, a produit deux fois un retard dans la feuillaison suivante, mais elle n'a produit aucun effet dans les trois autres cas. Ici, il est vrai, les espèces ou variétés étaient différentes.

III.

Persistance de feuilles desséchées.

J'ai chez moi un groupe de jeunes hêtres (*Fagus sylvatica*) pris chez le même pépiniériste et plantés dans le même sol, à la même exposition. Quelques-uns, parmi les autres, conservent assez tard au printemps les feuilles desséchées de l'année précédente. J'ai constaté, dans deux années, qu'ils poussent leurs nouvelles feuilles régulièrement plus tard. Il y a 8 à 10 jours de différence.

Les chênes conservent souvent de vieilles feuilles desséchées jusqu'au printemps, mais sur les arbres nombreux qui m'entourent je n'ai pas réussi à constater des faits analogues au précédent. La feuillaison de l'espèce est plus uniforme et la chute des vieilles feuilles y est si variable ou si graduelle, que l'observation en est difficile.

IV.

Résumé.

Les résultats, négatifs ou positifs, de mes recherches sont les suivants :

1. En comparant un grand nombre d'espèces ligneuses à feuilles caduques on ne peut découvrir aucun rapport direct et régulier, entre les époques de feuillaison et de défeuillaison.

2. Chez les espèces où les phénomènes de feuillaison et défeuillaison diffèrent sensiblement d'individu à individu, dans la même localité et sous les mêmes influences, on trouve quelquefois (tilleul) que les individus les plus hâtifs au printemps sont les plus tardifs en automne, mais dans d'autres espèces (marronnier, orme, charme) il n'y a pas de rapport régulier et habituel entre ces deux phénomènes, d'où il faut conclure que malgré la ressemblance extérieure, l'organisation interne de la feuille n'est pas identique dans les individus de ces espèces.

3. Lorsqu'un individu diffère des autres de la même espèce au point de vue des époques de feuillaison et défeuillaison, cette qualité se montre constamment, d'année en année.

4. L'effeuillaison totale d'une plante ligneuse, en automne, cause un retard dans l'évolution subséquente des feuilles au printemps.

5. L'effeuillaison d'une branche, en automne, peut produire ou ne pas produire le même effet, selon les espèces, ou en raison d'autres circonstances qui sont encore inconnues.

6. La persistance de feuilles desséchées jusqu'au printemps concorde dans certains pieds de hêtre avec un retard dans la feuillaison subséquente.

ÉTAT

DE

LA QUESTION PHYLLOXÉRIQUE EN EUROPE

EN 1877

AVEC SEPT CARTES

PAR LE

M. le Dr V. FATIO [1]

Il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, d'analyser un ouvrage qui n'est d'un bout à l'autre qu'une chaîne non interrompue d'observations et de conclusions forcément reliées et toujours dépendant les unes des autres.

En se plaçant à la fois à un point de vue impartial et en face de l'intérêt général, l'auteur semble avoir cherché surtout à bien établir les importances comparées des rôles de l'insecte et de l'homme dans la diffusion du fléau, l'immense gravité des conséquences actuelles et futures de la maladie de la vigne et la nécessité d'une intervention immédiate et concertée des autorités en tous pays.

Suivant la marche du programme questionnaire qu'il avait été chargé d'élaborer, et se basant tout particulièrement sur les réponses fournies, après mûre délibération, par le Congrès international de Lausanne, le Dr Fatio a franchement abordé toutes les faces de la question et a

[1] Rapport sur le Congrès phylloxérique international réuni à Lausanne, du 6 au 18 août 1877, gr. in-8° de 123 pages, avec sept cartes en deux couleurs. Genève, février 1878.

d'emblée établi, dans son sujet, trois côtés différents bien que nécessairement et intimement unis : la science, la pratique et l'administration.

De la lecture de ce travail substantiel il ressort avec évidence : que le commerce est le principal agent de diffusion du fléau, que le parasite sort la plupart du temps victorieux des combats isolés qu'on lui livre dans chaque nouvelle contrée envahie, et que l'ignorance, l'imprévoyance ou l'indifférence prêtent constamment main forte à l'ennemi.

Un grand nombre de sujets intéressants sont successivement traités, qui tous sont également propres à ouvrir les yeux des viticulteurs sur la réalité du malheur qui les menace, à détruire des illusions fâcheuses et à démontrer l'inutilité des efforts de l'initiative privée, en face de l'intérêt général toujours plus compromis.

Après avoir constaté l'importation du phylloxéra d'Amérique en Europe et suivi, en divers pays, les progrès toujours croissants du mal, depuis une quinzaine d'années, M. Fatio établit nettement le degré d'importance qu'il faut attacher au fléau, tant au point de vue humanitaire qu'eu égard au côté pour ainsi dire pécuniaire de la question. Par des faits historiques incontestables, par des statistiques riches en chiffres instructifs et par des cartes phylloxériques des États attaqués et menacés, l'auteur montre à tous d'une manière frappante, presque palpable, soit l'état actuel du terrible envahissement, soit la nécessité absolue d'une déclaration de guerre immédiate et générale à l'insecte qui semble menacer d'une ruine complète toutes les vignes du continent.

Les cartes en deux couleurs qui accompagnent ce mé-

moire suffiraient à elles seules à faire trembler les plus incrédules.

L'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la France, le Portugal et la Suisse sont représentées avec des taches et des noms en rouge, partout où le phylloxéra a été jusqu'ici constaté. L'Espagne et l'Italie sont aussi figurées avec les points à l'étranger qui menacent leurs frontières. La dernière carte est consacrée à l'Europe et montre, dans son ensemble, l'aire géographique actuelle du parasite sur le continent. Si l'on fait abstraction de la Belgique, de la Hollande, des îles Britanniques, du Danemark, de la Suède et de la Norwége qui ne portent pas de vignobles, il n'y a plus en Europe que la Serbie, la Roumanie, la Russie, la Turquie d'Europe, la Grèce, l'Italie et l'Espagne dans lesquelles la présence du fléau n'ait point encore été constatée; encore ces deux derniers pays sont-ils maintenant, nous l'avons dit, très-immédiatement menacés par les foyers phylloxériques français de Drappo, près de Nice, et de Prades, dans les Pyrénées orientales.

La vigne figure actuellement, dans l'ensemble des huit pays représentés au Congrès de Lausanne[1], pour une superficie totale d'environ 6,721,736 hectares, produisant 133,026,383 hectolitres de vin et donnant une somme annuelle de 3,194,539,250 fr.

Le fléau occupait déjà, dans l'été de 1877, 658,000 hectares, au moins, dans les mêmes pays, et rien n'annonce une chance quelconque de ralentissement dans les progrès, hélas toujours croissants, de cette affreuse maladie.

La France est de beaucoup la plus souffrante; mais les

[1] L'Allemagne, l'Autriche, la Hongrie, l'Espagne, la France, l'Italie, le Portugal et la Suisse.

foyers phylloxériques en d'autres pays ont aussi leur importance, car, très-souvent dans des établissements viticoles destinés au trafic, ils constituent, pour les voisins et jusqu'à de grandes distances, une source constante de danger imminent.

M. Fatio assurant qu'il n'y a pas de vigne indigène, si belle ou si bien cultivée soit-elle, qui puisse résister au phylloxéra, on se demande avec angoisse ce que deviendraient, si le malheur les atteignait, tant de populations qui ne vivent que par la vigne et qui souvent habitent des contrées où la nature même du sol semble refuser tout autre culture rémunérative.

En lisant les chapitres III et IV, qui traitent d'une manière comparative de la diffusion du fléau par les voies commerciales ou humaines et par les voies naturelles ou de l'insecte, on ne peut guère se défendre de partager l'opinion de l'auteur et de faire appel à une intervention sévère des autorités pour protéger, autant que possible, contre des apports dangereux, tant les vignobles encore intacts dans les pays déjà attaqués, que les contrées viticoles des États jusqu'ici épargnés.

Il faut distinguer entre la lutte dans les vignobles conquis par le parasite et la défense aux frontières, quelles qu'elles soient, contre l'importation de celui-ci. Bien que l'auteur semble s'attacher de préférence à ce dernier côté de la question qui a été malheureusement trop négligé jusqu'ici, il n'en consacre pas moins quatre chapitres de son ouvrage à la question des traitements et des époques les plus propices à l'application de ceux-ci, au plan d'une campagne générale et à la reconstitution des vignobles détruits.

L'influence des conditions de milieu sur le développe-

ment de la maladie, l'arrachage des vignes, les remèdes divers, toxiques et autres, et l'opportunité de l'usage des vignes américaines font le sujet de bien des pages intéressantes et pleines de considérations nouvelles.

Enfin, les derniers chapitres du travail que nous avons sous les yeux sont consacrés surtout à des questions d'administration, d'organisation, de législation et de contribution aux frais d'une lutte générale.

Le but principal de l'auteur semble avoir été de détruire une foule de chimères dangereuses, de pousser à de nouvelles recherches scientifiques et pratiques, en vue d'une lutte plus efficace dans les pays conquis et de bien établir, comme il le dit lui-même, que, si l'on ne peut point encore légiférer contre l'insecte, il faut au moins imposer des lois sévères à l'homme le plus puissant auxiliaire du parasite.

En terminant cette analyse forcément très-succinte et incomplète d'un ouvrage que nous voudrions voir entre les mains de tout homme intéressé de près ou de loin à la viticulture, nous ne croyons pouvoir mieux faire que de reproduire textuellement le résumé que l'auteur donne lui-même, à la fin de son travail, comme conclusion générale des études contenues dans ses douze chapitres :

« I. Le parasite de la vigne (*Phylloxera vastatrix*) est arrivé par le commerce d'Amérique en Europe et, maintenant :

« Les vignes indigènes les plus prospères, dans ce dernier continent, sont tout aussi vite attaquées et succombent tout aussi bien que les vignes plus chétives ou moins bien cultivées.

« II. Le fléau compromet et menace, en divers pays, de

très-graves intérêts, tant pécuniaires qu'humanitaires, et peut avoir ainsi les plus tristes conséquences.

« III. La terrible maladie est transportée beaucoup plus vite et plus loin par l'homme que par l'insecte seul, soit par le commerce, soit par divers moyens artificiels plus ou moins inconscients.

« Toutes les vignes, en tous pays, sont plus ou moins menacées par les apports commerciaux.

« IV. Le Phylloxéra peut se transporter de lui-même, soit par voie aérienne et assez loin les vents aidant, soit à beaucoup plus courte distance par les racines et le sol.

« Les conditions de milieu peuvent cependant influer plus ou moins sur le développement des diverses formes de l'espèce et, par là peut-être, sur l'importance de la maladie en divers lieux.

« V. L'époque la plus propice pour combattre le parasite sera toujours celle de son premier établissement et le moment de l'année où la végétation aérienne ne porte point de germes dangereux.

« Si la plante devait trop souffrir de certains traitements estivaux, il faudrait toujours que des opérations hivernales sur un point fussent faites, à la fois, contre les racines dans le sol et contre le bois à l'air libre.

« VI. L'arrachage ne peut être appliqué que comme mesure de précaution, dans des cas particuliers et dans des limites assez restreintes.

« La plupart des procédés de traitement jusqu'ici préconisés paraissent insuffisants.

« Le meilleur remède toxique souterrain sera celui qui possédera au plus haut degré des propriétés de diffusion rapide et de persistance dans son action mortelle.

« VII. Il importe de procéder aussi rapidement que

possible à une détermination exacte de tous les points attaqués en divers pays.

« Il faut exercer une surveillance constante, tant sur les vignobles que sur les établissements destinés au commerce et leurs envois.

« Il serait très-utile de répandre partout l'instruction aux divers points de vue de l'insecte et de ses migrations, des caractères de la maladie, des dangers des transports artificiels et des connaissances ampélographiques.

« Les propriétaires et les vignerons devraient être tenus de déclarer toujours et immédiatement tout état de souffrance de leurs vignes.

« VIII. Les régions intactes doivent s'abstenir d'introduire chez elles des plants de provenance étrangère.

« Il faut désinfecter complétement un sol phylloxéré, ou le laisser longtemps en jachère et sous surveillance, avant que d'y replanter de la vigne.

« La reconstitution par les vignes américaines sera toujours sujette à caution, aussi longtemps que l'on ne saura pas d'une manière indubitable : *a*) si nos vignes indigènes ne doivent pas leur faiblesse actuelle à l'action prolongée d'une culture artificielle et exigeante; *b*) si les vignes exotiques, plus jeunes ou plus sauvages, ne perdront pas peu à peu, sous l'influence de la culture, la densité des tissus qui semble faire leur résistance.

« IX. Il est à désirer que chaque État viticole possède une commission supérieure du Phylloxéra, des comités locaux et des agents, en nombre suffisant, très-experts dans la matière et munis de tout ce qui pourrait faciliter, soit leurs perquisitions, soit l'établissement de leurs rapports immédiats et constants avec les commissions.

« X. Les divers produits de la vigne (à l'exception du

vin et des pepins) ainsi que tous les corps de diverses natures ayant été en contact avec la vigne ou dans le voisinage immédiat de celle-ci, peuvent être plus ou moins suspects ou dangereux.

« Les transports nécessaires à la culture devraient être réglementés dans les localités contaminées.

« Il importe de faire promptement de sérieuses recherches, en vue de trouver un procédé de désinfection capable de détruire toujours complétement tous les germes dangereux sur les produits suspects dans le commerce, sans jamais nuire aux plantes à conserver. Tout objet saisi en contrebande devrait être brûlé.

« Il serait très-utile d'afficher partout, dans les contrées viticoles, des règlements sévères sur les transports et des pénalités y applicables.

« XI. La lutte n'est plus possible sans la puissante intervention des autorités.

« Il semble juste que l'État prenne à sa charge une partie des frais nécessités par des opérations ordonnées dans un intérêt général, soit en vue de l'utilité publique.

« Des assurances mutuelles, dans les régions viticoles, pourraient aussi apporter dans les dépenses leur contingent de ressources pécuniaires.

« XII. Il est indispensable que les divers États, attaqués et menacés, s'engagent, non-seulement à lutter contre l'importation et l'exportation ; mais encore à se tenir mutuellement au courant de toute nouvelle découverte susceptible de compromettre leurs intérêts.

NOTICE NÉCROLOGIQUE SUR LE PÈRE SECCHI

L'astronomie a fait de grandes pertes en 1877 et au commencement de 1878. L'année dernière a vu disparaître successivement de ce monde, en Allemagne, Charles Bremiker, Édouard Heis et Charles de Littrow, ainsi que Jean Santini, à Padoue, à l'âge de 91 ans, et Urbain Le Verrier, à Paris, à 66 ans. C'est en février 1878 qu'est mort à Rome le Père Angelo Secchi, à peine âgé de 60 ans. D'intéressantes notices nécrologiques sur les cinq premiers de ces astronomes (dont la plus développée est celle sur le célèbre Le Verrier), ont déjà paru dans le dernier Rapport annuel du Conseil de la Société astronomique de Londres (*Monthly Notices*, n° de février 1878). Je vais présenter ici un extrait de celle sur le Père Secchi, récemment publiée en italien par MM. Stanislas Ferrari, astronome adjoint et François Marchetti, attaché aussi à l'observatoire du Collége romain. J'y ferai seulement quelques additions.

Angelo Secchi était né le 29 juin 1818 à Reggio, petite ville de l'Émilie, et y avait été élevé dans les écoles du collége des Pères jésuites. Il entra à 15 ans dans cette Compagnie, puis au Collége romain, en se distinguant, soit dans les belles-lettres, soit dans les mathématiques et la physique, de manière à devenir bientôt répétiteur en diverses parties des études. Il commença en 1844 ses études théologiques. Lors de la révolution de 1847, il

fut obligé de s'exiler en Angleterre, au collége de Stonyhurst, où il fut ordonné prêtre. Il passa de là en Amérique, et y enseigna les mathématiques élémentaires au collége de Georgetown. C'est là qu'il commença à cultiver spécialement l'astronomie, sous la direction du Père Curley.

La mort à Londres, en 1848, à 43 ans, du Père François de Vico, qui avait été directeur de l'observatoire et professeur d'astronomie au Collége romain, amena la nomination du Père Secchi pour lui succéder dans ces fonctions, qu'il a dès lors dignement remplies jusqu'à sa mort, surtout en ce qui concerne l'observatoire.

Il a réussi à en fonder, en 1852, sur l'église de Saint-Ignace, un nouveau, dans lequel ont été, entre autres, successivement établis, une excellente lunette de Merz, de 9 pouces d'ouverture, montée en équatorial, et une pendule sidérale de Dent, dons du Père Paul Rosa, astronome adjoint, enlevé jeune à la science; puis, en 1858, un système d'instruments de magnétisme terrestre, accordés à l'observatoire par le pape Pie IX. L'établissement a été pourvu aussi de tous les instruments météorologiques généralement employés.

Le P. Secchi a déployé dès lors une activité remarquable dans ses travaux d'astronomie et de physique terrestre. Je ne pourrais nullement en faire ici une exposition complète, et je dois renvoyer, sous ce rapport, aux analyses détaillées de quelques-uns de ces travaux que j'ai publiées dans la *Bibliothèque Universelle* et dans ses *Archives scientifiques* [1]. Les principales recherches astro-

[1] Voyez *Bibl. Univ.*, avril 1857; *Archives*, août 1864, juillet 1865, novembre 1874 et décembre 1875; l'avant-dernière Notice étant relative à un travail de Paul Rosa.

nomiques faites dans l'observatoire du Collége romain par son directeur ont été relatives aux étoiles doubles, aux nébuleuses, aux comètes, au soleil, à sa température, à ses taches et à ses protubérances; enfin à l'application de la photographie et du spectroscope à l'étude des divers corps célestes. Il a été observer, en Espagne et en Sicile, les deux éclipses totales de soleil de 1860 et de 1870.

Le P. Secchi a publié ses premiers travaux astronomiques dans un Recueil de mémoires de son observatoire, qui a paru à Rome, de 1851 à 1856, en 3 vol. in-4°. Il a dès lors communiqué la plupart de ses recherches à diverses sociétés savantes italiennes, ainsi qu'à l'Académie des sciences de Paris, où elles ont paru dans les *Comptes rendus*. Il s'est joint, en 1871, à une association d'astronomes italiens occupés d'observations spectroscopiques, qui ont obtenu du gouvernement les fonds nécessaires pour publier dans le format in-4°, à Palerme, par les soins du professeur P. Tacchini, un Recueil ayant pour titre: *Mémoires des Spectroscopistes italiens*, accompagné d'un grand nombre de planches. Cette publication, qui a lieu par livraisons, est déjà arrivée à son 7me volume, et ce sont les travaux exécutés journellement dans les observatoires de Palerme et du Collége romain, surtout en ce qui concerne le soleil, qui en forment la partie principale.

Quant à la météorologie et au magnétisme terrestre, le P. Secchi a commencé en mars 1862, avec l'aide financière du prince Baldassare Boncompagni, la publication mensuelle, dans le format in-4°, de son *Bullettino meteorologico*, contenant non-seulement les observations journalières, météorologiques et magnétiques, très-complètes, faites au Collége romain, avec résumés mensuels et annuels, mais aussi les observations de ce genre faites dans

plusieurs localités des environs de Rome, divers articles scientifiques et des observations de taches du soleil. Ce Recueil est arrivé à son 16me volume, et le P. Ferrari, adjoint du P. Secchi, y a coopéré surtout dans les derniers temps.

La grande Exposition universelle de Paris, en 1867, procura au P. Secchi une occasion favorable d'y faire connaître son *Météorographe,* enregistreur, par son propre jeu, de divers éléments météorologiques au lieu où il est placé, qui lui a valu une médaille d'or, et la croix d'officier de la Légion d'honneur, dont l'empereur Napoléon III lui conféra la décoration de sa propre main. En revenant de l'Exposition, il passa quelques jours à Genève, et y reçut l'accueil empressé qui lui était dû.

Cet astronome a été occasionnellement chargé de divers emplois publics scientifiques, tels que la mesure d'une base trigonométrique sur la voie Appienne en 1854 et 1855; il a fait partie, en 1872, de la Commission internationale du mètre réunie à Paris; il était associé aux principales sociétés savantes de l'Europe.

Ses derniers ouvrages ont été : une seconde édition, publiée en français à Paris, en 2 vol. in-4°, illustrés d'un grand nombre de planches très-soignées, de son Traité sur le soleil, et une publication italienne sur les étoiles que je ne connais pas encore.

Sa vue avait souffert depuis quelque temps ; il a succombé à une longue et douloureuse maladie d'estomac, qu'il a supportée avec une résignation chrétienne. Le Père Ferrari dit que, dans ses derniers jours ici-bas, il se complaisait à déclarer hautement qu'il s'était attaché à montrer, dans toute sa vie, que la science et la piété peuvent très-bien s'allier.

Alfred GAUTIER.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

REV. ROBERT MAIN. RESULTS, etc. RÉSULTATS DES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES, faites à Oxford en 1875, à l'observatoire de Radcliffe [1].

Le volume dont je viens de rapporter le titre est le 35me d'un Recueil annuel important de documents, résultant des travaux scientifiques exécutés dans l'observatoire créé à Oxford, vers 1772, avec les fonds légués à l'Université par le Dr John Radcliffe, et dirigé successivement par Hornsby, Robertson, Johnson, et par M. Main, ce dernier ayant été précédemment 1er adjoint de l'observatoire royal de Greenwich [2].

Le volume commence par une introduction de 60 pages, fort détaillée, sur les instruments, sur la réduction des observations astronomiques, et sur la comparaison d'une partie d'entre elles avec celles de Greenwich. Viennent ensuite les observations d'ascensions droites et de distances polaires d'étoiles en 1875, effectuées avec le Cercle méridien actuel de l'observatoire, acquis de M. Carrington en 1861. Cette partie du volume est terminée par un catalogue des positions moyennes de 1192 étoiles observées dans l'année et réduites

[1] Le présent article est terminé par quelques détails relatifs au nouvel Observatoire de l'Université d'Oxford.

[2] J'ai publié, dès 1824, dans la *Bibliothèque universelle*, une Notice sur l'Observatoire d'Oxford ; et j'ai eu l'occasion d'en reparler dès lors, dans d'autres Notices, qui ont paru dans les *Archives* en 1855, 1859, 1861 et 1871.

au 1er janvier. On prépare les éléments d'un nouveau grand catalogue d'étoiles, qui sera réduit à l'année 1866.

M. Main rapporte encore les observations des diamètres et des positions du soleil, de la lune et des grandes planètes, faites en 1875 avec le cercle méridien, ainsi que leur comparaison avec les mêmes éléments dans le *Nautical Almanac.*

Il passe ensuite aux observations faites avec l'héliomètre. Elles se composent : 1° de mesures de distance et d'angle de position de très-nombreux groupes d'étoiles doubles ; 2° de quelques mesures de diamètres de planètes, particulièrement de ceux de Jupiter, pour déterminer son ellipticité, et des mesures du diamètre de l'anneau extérieur de Saturne ; 3° d'observations et de dessins de taches du soleil en 1874 et 1875. C'est pour la première fois que sont gravés dans le texte ces dessins, dus à M. F. Bellamy, l'un des astronomes adjoints de l'observatoire, et qui mettent en évidence plusieurs particularités intéressantes des taches. Cette seule partie relative aux taches du soleil occupe 48 pages du volume ; 4° d'observations d'occultations d'étoiles par la lune, de leur réduction, et d'observations de phénomènes relatifs aux satellites de Jupiter.

La partie météorologique des résultats des observations de 1875 à Oxford occupe une centaine de pages à la fin du volume, et commence par une introduction détaillée relative aux instruments et aux procédés d'observations et de corrections.

Outre un très-grand nombre d'instruments ordinaires, de construction très-soignée, placés en diverses parties de l'observatoire, on y a établi depuis quelques années, trois instruments photographiques (*Barographe*, *Thermographe* et *Hygrographe*) fournis par M. Adie de Londres, qui permettent d'enregistrer des observations de 2 en 2 heures, et d'en contrôler les résultats, au moyen d'un certain nombre d'observations comparatives faites avec les instruments ordinaires. Il y a aussi un *Anémographe* placé à 110 pieds de hauteur sur

une tour, où se trouve encore un *Hyétographe*, ou Pluviomètre enregistreur, et un *Electrographe.*

Les observations comparatives de deux thermomètres placés à 105 pieds et à 5 pieds au-dessus du sol, ont donné des moyennes identiques pour les 3 mois de janvier, novembre et décembre, et une supériorité moyenne de près d'un degré de Fahrenheit dans l'élévation du thermomètre placé près du sol en mai, juin et juillet. Il a été fait aussi des observations comparatives à ces deux hauteurs de thermomètres à boule sèche et à boule mouillée.

Les résultats obtenus depuis 1859 relativement à la direction annuelle du vent, confirment l'existence signalée par M. Baxendell d'une connexion entre les variations de cette direction et celles des taches du soleil.

Ne pouvant entrer ici dans l'exposé complet de tous les points traités dans le résumé relatif aux éléments météorologiques, je me bornerai à citer les valeurs moyennes de quelques-uns de ces éléments, résultant d'une vingtaine d'années d'observations.

Celles du Barographe de 1855 à 1875 (21 ans) donnent pour la hauteur moyenne de la colonne barométrique à Oxford, réduite à la température de la glace fondante,

en pouces anglais : 29 p. 726
et en millimètres 755^{mm} 0,

la cuvette du baromètre étant à 110 pieds anglais au-dessus du niveau de la mer.

La plus grande hauteur annuelle en pouces anglais a été

de 29 p., 785 en 1858
et la plus petite de 29 p., 572 en 1872.

La température moyenne annuelle résultant des mêmes 21 années d'indications du thermographe en degrés Fahrenheit est de 49°,32 soit de 9°,62 centigrades. Elle est de 9°,34 à Genève, d'après 50 ans d'observations.

La valeur annuelle *maximum* a été, en 1868, de 51°,43
minimum » en 1835, de 47,13

La moyenne annuelle de 21 années d'indications de l'Hygrographe a été de 46°,46
sa valeur *maximum*, en 1857, » 47,95
» *minimum*, en 1860, » 44,83.

La quantité moyenne annuelle de pluie résultant des 25 années 1851 à 1875, en pouces anglais, a été de 25 p. 775, soit en millimètres de 654^{mm},68. (Elle est de 8,5^{mm} 93 à Genève.)

Le *maximum* annuel a été, en 1852, de 40 p. 416.
Le *minimum* » » 1870, de 17,564.

La courte analyse précédente me paraît suffire pour montrer l'intelligente et laborieuse activité qui règne à l'observatoire de Radcliffe. Le nombre des adjoints y est de 3; le premier est M. John Lucas, qui a, entre autres fonctions, la partie météorologique des observations.

Outre l'ancien observatoire à Oxford dont je viens de parler, il en existe, depuis peu d'années, un nouveau, sur lequel je dois dire quelques mots, d'après les mentions qui en sont faites annuellement dans les *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres, à partir du n° de décembre 1873.

M. Pritchard, après son élection comme professeur savilien d'astronomie à Oxford, a exposé aux autorités universitaires, en mars 1873, l'importance, soit pour son enseignement, soit pour des recherches originales d'astronomie physique, d'établir un nouvel observatoire, muni d'instruments de grande dimension. On lui a accordé 2500 liv. st. pour l'achat d'une grande lunette achromatique de 12 $^{1}/_{4}$ pouces anglais d'ouverture, et la construction d'un bâtiment convenable pour l'y placer. Peu de temps après, M. Warren De la Rue, ne pouvant plus, par le fait de l'altération de sa vue, continuer ses observations à Cranford, a fait don au

nouvel observatoire de son célèbre télescope à réflexion, et de la plus grande partie de ses autres instruments. Ce beau don a engagé l'Université à augmenter considérablement sa première allocation de fonds, pour compléter l'établissement. Il a été placé dans le parc acquis par l'Université, et M. Main a cordialement encouragé la nouvelle institution, destinée spécialement aux parties les plus récentes de l'astronomie physique.

C'est à l'habile artiste Grubb de Dublin qu'a été confiée la construction de l'Équatorial portant la grande lunette achromatique. Elle a environ 176 pouces anglais de longueur focale, elle est pourvue d'un mouvement d'horlogerie, de plusieurs micromètres et spectroscopes, ainsi que de lunettes subsidiaires, et le cercle de déclinaison de l'équatorial a 30 pouces de diamètre. Cet instrument a été établi au haut d'une tour à dôme tournant. A l'autre extrémité du bâtiment se trouve une autre tour plus petite, et l'intervalle, d'environ 40 pieds de long, est occupé par d'autres instruments, dont l'un est un des télescopes à réflexion, de 13 pouces d'ouverture, de M. De La Rue, monté en façon d'Altazimuth. Des instruments de moindre dimension sont destinés à l'instruction des étudiants, qui ont aussi une salle de cours et une bibliothèque adjacentes.

La construction de l'observatoire a été achevée vers la fin de 1875. Les premières observations qui y ont été faites sont relatives à 6 des satellites de Saturne. Plus de 500 photographies de la lune ont été prises avec le télescope à réflexion de M. De La Rue, et pourront être utilisées pour la détermination de la nutation, ou de l'inégalité de la libration de l'axe de la lune, en y appliquant le superbe instrument de mesure de cet astronome, placé dans la petite tourelle et complété par M. Simms. 200 étoiles doubles ont été mesurées dans la première année avec le grand équatorial, et quelques orbites ont été calculées, par une méthode graphique, combinée avec une autre proposée par Savary. Quelques observations ont été faites du satellite extérieur de Mars, et une

du satellite intérieur, à ce que l'on croit. Une nouvelle forme de micromètre a été heureusement construite pour la grande lunette de Grubb ; elle permet de mesurer dans son champ, des intervalles d'au moins 20 minutes de degré, à la précision d'un dixième de seconde, et à toute espèce de grossissement que la lunette peut supporter. Cinq des comètes de l'année 1877 ont été observées, et des éphémérides en ont été calculées et publiées, d'après des éléments résultant des observations d'Oxford.

Le nouvel observatoire possède deux adjoints, MM. Plummer et Jenkins, ainsi qu'un habile mécanicien M. Mullis. Le premier volume des observations doit paraître incessamment.

Alfred GAUTIER.

CHIMIE

FR. LANDOLPH. DE L'ACTION DU FLUORURE DE BORE SUR LES MATIÈRES ORGANIQUES. Université de Genève.

I. *Camphre*. Un équivalent de camphre se combine avec un équivalent de fluorure de Bore en formant une combinaison cristalline dont le point de fusion est voisin de 70 degrés. Ce produit se décompose par la distillation et à l'air humide avec régénération de camphre. En chauffant le camphre fluoboré en vase clos pendant 24 heures on obtient :

a) du cymène ordinaire, *b*) des polymères du cymène bouillant entre 310 degrés et 320 degrés, *c*) de l'hexylène bouillant entre 80 degrés et 90 degrés, *d*) un carbure répondant à la formule $C_7\ H_{12}$ et qui bout entre 120 et 130 degrés.

Les gaz qui prennent naissance dans cette réaction sont formés par de l'oxyde de carbone et un mélange d'éthylène et de propylène. Ces résultats conduisent à la formule suivante pour le camphre :

$$C_5\ H_4\ H_2\ Cl \left\{ \begin{array}{l} C\ H_3 \\ C_3\ H_7 \end{array} \right.$$

On voit dès lors la possibilité de la synthèse du camphre en prenant pour point de départ l'hexylène.

II. *Anéthol.* La molécule de cette essence est dédoublée par l'action du fluorure de Bore lorsqu'on fait passer un courant prolongé de ce gaz à travers l'anéthol porté à son point d'ébullition.

Les produits de dédoublement sont l'anéthol d'un côté et le composé $C_{11}H_{16}O$ d'un autre côté. Ce dernier bout entre 225 et 228 degrés et il ne se congèle nullement dans un mélange réfrigérant à — 35 degrés. L'odeur de ce produit est vive et pénétrante et rappelle un peu l'odeur du camphre. Dans cette réaction il se forme en outre du fluorhydrate de fluorure de Bore, dont la composition est exprimée par la formule $BH_3, {}_3HFL$. Ce composé distille vers 130 degrés et il se décompose instantanément à l'air humide en acide borique et en acide fluorhydrique.

Ces résultats, joints à ceux que j'ai déjà obtenus, tant au moyen des agents oxydants que des agents réducteurs, nous démontrent que la formation de l'anéthol doit être le résultat de la combinaison de l'aldéhyde acécampholique $C_{12}H_{16}O$ avec l'alcool anisique $C_8H_{10}O_2$, d'après l'équation suivante:

$$C_{12}H_{16}O + C_8H_{10}O_2 = C_{20}H_{24}O_2 + H_{2}0.$$

III. *Aldéhyde benzylique.* Un équivalent de cette aldéhyde se combine, comme le camphre, avec un équivalent de BH_3 en formant un composé cristallisant sous forme de lamelles blanches et brillantes. Cette combinaison se volatilise sans décomposition ; exposée à l'air elle se décompose rapidement en ses générateurs.

En chauffant l'aldéhyde benzylique fluoboré à 250 degrés pendant 24 heures on obtient comme produit principal, à côté d'une certaine quantité de charbon et d'acide borique, de l'acide benzoïque parfaitement pur.

Le gaz formé dans cette réaction est un mélange d'oxyde de carbone, d'acétylène avec un peu d'acide carbonique.

IV. *Ethylène.* L'éthylène et le fluorure de Bore ne se combinent ensemble que lorsque le mélange des deux gaz est exposé à l'action directe de la lumière et lorsque la température de l'air ambiant est au-dessous de 30 degrés.

Le produit liquide formé dans ces conditions distille de 124 à 125 degrés ; sa densité à 23° est égale à 1,0478. Il se volatilise facilement à l'air, en répandant des fumées blanches et une odeur éthérée des plus pénétrantes et des plus agréables.

La composition de ce produit correspond à la formule $C_2 H_3, BH_2$, et sa formation doit être exprimée par l'équation suivante :

$$C_2 H_4 + BH_3 = C_2 H_3, BH_2 + HH.$$

Société de Chimie de Zurich. — 3 décembre 1877, 21 janvier et 18 février 1878. (*Berichte*, XI, 518.)

M. Merz a réussi à fondre, au moyen du gaz oxydrique, de l'alumine placée dans un creuset de platine entouré d'eau. On pourrait remplacer le creuset de platine par un vase en fer, l'eau par du zinc fondu et arriver ainsi à fondre des quantités considérables de matière si l'on a seulement un appareil à gaz oxydrique assez puissant. Ou bien l'on pourrait se servir d'un creuset en charbon maintenu dans une atmosphère d'azote et imprégné d'alumine ou de silice.

E. Schulze parle de la décomposition de l'albumine dans les plantes qui germent. Il semblerait que les produits de décomposition devraient toujours aller en augmentant et qu'on devrait pouvoir les identifier tous plus ou moins, tandis que ce n'est pas le cas, et que dans certaines plantes on trouve de la levaine, tyrosine, glutamine, dans d'autres de l'asparagine, et cela en quantités très-variables ; cela proviendrait, suivant Schulze, de ce que, suivant les plantes, certains de ces produits de décomposition de la graine serviraient rapidement dans les pousses à reformer des principes albuminoïdes et disparaîtraient presque au fur et à mesure de leur formation. Cependant l'asparagine n'est employée que lentement par les jeunes pousses de Lupin.

C. Græbe parle de l'état de l'industrie de l'alizarine.

Lunge fait part de son travail sur les points d'ébullition

de l'acide sulfurique (voir plus haut) et discute les avantages des deux méthodes de Mond et de Schaffner dans le traitement par l'acide chlorhydrique des eaux-mères provenant des fabriques de soude. Il dit que dans la pratique, par le procédé de Schaffner, il ne se produit jamais d'acide trithionique, et que cet acide ne se produit que lorsque de l'acide sulfureux est longtemps en contact avec de l'hyposulfite.

Græbe présente à la société une nouvelle matière colorante, le bleu d'alizarine, découvert par Brunck et obtenu par l'action de la glycérine et de l'acide sulfurique sur l'alizarine et la nitroalizarine. Les nuances obtenues avec les étoffes mordancées au fer et au ferrocyanure de potasse ressemblent beaucoup à celles de l'indigo. Les couleurs sont solides, la matière colorante forme des aiguilles d'un violet brun fusible à 270°, presque insoluble dans l'eau, peu dans la benzine, l'alcool, et renferme de l'azote. M. Græbe fait des recherches pour connaître la constitution de ce corps.

V. Meyer et J. Zublin. — Sur les dérivés nitrosés de la série grasse. (*Berichte de Berlin*, XI, p. 320.)

Les auteurs obtiennent, par l'action de l'acide nitreux sur l'éther acétylacétique, un acide huileux qui cristallise à la longue et qui, redissous dans le chloroforme, cristallise en prismes durs ayant l'éclat du verre et parfaitement incolores. Son point de fusion est à 52°-54° centigrade, et il se décompose à la distillation; sa constitution paraît être la suivante :

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ C—H \\ \;\diagdown AzO \\ | \\ COOC^2\,H^5 \end{array}$$

On le prépare en dissolvant l'éther acétylacétique $C^6H^{10}O^3$ dans une molécule de lessive de potasse. On ajoute une molécule de nitrite de potasse et de l'acide sulfurique étendu en ayant soin de ne pas élever la température. On rend ensuite la dissolution alcaline; on extrait, par l'éther, l'éther acétylacétique non décomposé, puis acidifiant de nouveau, on extrait par l'éther l'acide formé que l'on fait recristalliser dans le chloroforme.

En traitant de la même manière l'éther méthylacétylacétique $C^7 H^{12} O^3$, on obtient la *nitrosométhylacétone*, ayant la constitution suivante :

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ C—Az\,O \\ \;\diagdown H \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

Ce composé cristallise d'une dissolution aqueuse bouillante en petites feuilles nacrées ; dissous dans l'éther, l'alcool ou le chloroforme, il cristallise en prismes. Il fond à 74° et bout sans décomposition à 185-186°. Sa densité de vapeur a été déterminée et trouvée égale à 3,51 (calcul 3,49), ce qui était intéressant, parce que ce corps est le seul connu jusqu'alors qui ne fut pas décomposé par l'ébullition, et renfermât le groupe Az O combiné directement à un atôme de carbone.

La *nitrosoéthylacétone* $C^5 H^9 O^2 A^3$ fond à 53°-55°, et se prépare d'une manière analogue ; elle se décompose partiellement à l'ébullition.

Ces dérivés nitrosés se dissolvent dans les alcalis avec une couleur jaune, et donnent, avec le phénol et l'acide sulfurique, une couleur rouge.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1878.

Le 1er, gelée blanche le matin, quelques flocons de neige à 10 h. du matin; pluie l'après-midi et le soir, par un très-fort vent du SO.

2, faible pluie à différentes reprises, fort vent du SO.

7, forte rosée le matin.

10, brouillard de 6 à 9 h. du matin.

11, brouillard à 8 h. du matin.

14, forte rosée le matin.

15, rosée le matin.

21, pluie sans interruption depuis le 20 à 6 h. du soir au 22 à 10 h. du matin, pendant 40 heures.

28, forte rosée le matin.

29, forte rosée le matin; à 8 h. du matin halo solaire.

30, à 10 h. soir, éclairs au SO. et au NO; à 11 $1/2$ h., éclairs et tonnerres avec une forte averse.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 3 à 10 h. matin	726,81
6 à 8 h. matin	728,32
15 à 8 h. matin	731,74
19 à 10 h. matin	725,43
22 à 10 h. matin	723,57
28 à 10 h. matin	728,83

MINIMUM.

	mm
Le 1er à 2 h. après midi	710,24
5 à 6 h. matin	723,90
9 à 6 h. matin	722,26
18 à 6 h. matin	723,05
20 à 6 h. soir	718,52
24 à midi	714,83

GENÈVE. — AVRIL 1878.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	cm
1	712,21	—12,32	+ 2,98	— 3,85	— 1,1	+ 7,6	4,38	—0,79	764	+ 46	450	1000	8,4	5	SO. 2	0,81	+5,6	— 1,7	102,6
2	716,66	— 7,86	+ 4,80	— 2,17	+ 2,2	+ 8,0	4,78	—0,43	752	+ 36	610	800	1,3	3	SSO. 3	0,82	6,1	— 1,2	96,7
3	725,64	+ 1,13	+ 8,25	+ 1,15	+ 3,0	+12,6	4,31	—0,94	557	—157	330	860	2,0	4	SSO. 2	0,73	6,6	— 0,8	103,5
4	724,62	+ 0,12	+ 9,35	+ 2,11	+ 7,5	+12,6	7,18	+1,89	827	+114	690	920	4,6	10	variable	1,00	6,2	— 1,3	101,8
5	725.00	+ 0,51	+ 9,64	+ 2,26	+ 8,8	+12,7	7,45	+2,12	849	+138	670	900	9,1	12	SSO. 2	0,99	6,3	— 1,3	105,5
6	727,85	+ 3,36	+ 8,04	+ 0,53	+ 5,5	+12,9	6,12	+0,75	775	+ 65	590	960	...	...	N. 1	0,35	6,9	— 0,8	109,6
7	726,83	+ 2,35	+ 7,85	+ 0,20	+ 2,8	+12,9	5,26	—0,16	666	— 42	520	910	...	...	NNE. 1	0,03	...	.....	110,0
8	724,16	— 0,32	+ 7,94	+ 0,15	+ 3,5	+12,6	4,91	—0,56	624	— 83	500	750	...	...	NE. 1	0,68	6,7	— 1,1	112,1
9	722,50	— 1,98	+ 3,59	— 4,34	+ 3,0	+ 8,9	5,88	+0,37	1000	+294	930	1000	11,8	22	NE. 1	1,00	6,9	— 1,0	111,6
10	725,03	+ 0,54	+ 7,19	— 0,88	+ 5,0	+ 9,5	6,74	+1,18	883	+179	780	970	0,7	1	NNE. 1	0,98	7,6	— 0,4	117,0
11	725,01	+ 0,52	+ 9,51	+ 1,30	+ 6,7	+13,2	7,38	+1,77	841	+138	630	1000	7,5	10	N. 1	0,96	7,7	— 0,4	119,9
12	724,90	+ 0,40	+ 8,36	+ 0,01	+ 5,2	+15,2	6,03	+0.37	753	+ 51	520	920	0,6	2	variable	0,44	8,1	— 0,1	124,5
13	727,65	+ 3,14	+ 7,76	— 0,73	+ 3,3	+12,7	5,45	—0,26	703	+ 2	480	840	...	...	NE. 1	0,21	8,5	+ 0,2	125,6
14	729,55	+ 5,03	+ 8,96	+ 0,33	+ 2,3	+13,9	6,04	+0,27	705	+ 5	530	970	...	...	N. 1	0,00	...	.....	127,1
15	730,34	+ 5,81	+11,31	+ 2,54	+ 5,1	+16,0	6,03	+0,21	614	— 86	450	890	...	...	N. 1	0,38	9,2	+ 0,7	127,4
16	727,28	+ 2,73	+11,76	+ 2,85	+ 9,7	+15,9	6,41	+0,54	659	— 40	410	830	0,8	2	SSO. 1	0,96	9,3	+ 0,7	128,7
17	724,90	+ 0,34	+11,24	+ 2,19	+ 9,4	+14,9	6,78	+0,85	697	— 1	540	750	0,9	2	SSO. 1	0,84	8,5	— 0,2	129,4
18	723,55	— 1,03	+10,18	+ 0,99	+ 8,1	+13,3	6,50	+0,51	715	+ 18	560	760	2,1	5	SSO. 2	0,80	8,0	— 0,8	133,8
19	724,92	+ 0,32	+ 9,24	— 0,10	+ 5,5	+15,8	7,61	+1,56	870	+173	670	940	2,2	7	variable	0,69	7,9	— 1,0	134,1
20	720,35	— 4,27	+ 9,99	+ 0,51	+ 5,2	+15,1	7,79	+1,68	848	+152	630	1000	4,1	4	SSO. 2	0,95	7,8	— 1,1	136,4
21	721,45	— 3,19	+ 6,91	— 2,71	+ 5,9	+ 8,8	6,31	+0,14	867	+171	750	960	17,0	24	SSE. 1	1,00	...	.....	138,0
22	723,04	— 1,63	+ 8,35	— 1,41	+ 5,8	+12,1	6,62	+0,39	822	+127	620	960	2,4	7	N. 1	0,98	7,3	— 1,9	140,3
23	718,04	— 6,65	+ 9,39	— 0,52	+ 6,3	+12,5	7,63	+1,34	868	+173	730	940	1,0	4	variable	1,00	7,5	— 1,8	140,6
24	715,20	— 9,52	+ 8,48	— 1,57	+ 7,1	+10,7	7,78	+1,43	950	+255	820	990	13,9	19	SSO. 1	0,89	6,7	— 2,7	141,0
25	717,14	— 7,61	+10,42	+ 0,22	+ 7,1	+15,2	7,37	+0,96	799	+104	540	960	9,3	8	SSO. 1	0,88	6,8	— 2,7	143,1
26	720,58	— 4,20	+10,38	+ 0,04	+ 7,8	+15,0	7,57	+1,09	833	+139	580	940	10,2	6	SSO. 1	0,93	7,0	— 2,6	144,4
27	725,75	+ 0,94	+ 9,33	— 1,15	+ 7,1	+14,1	7,19	+0,65	841	+147	570	1000	2,2	5	N. 1	0,77	7,0	— 2,7	145,2
28	728,25	+ 3,41	+10,52	— 0,11	+ 5,0	+15,3	6,91	+0,30	737	+ 43	480	950	...	...	N. 1	0,24	...	.....	144,3
29	726,63	+ 1,75	+11,32	+ 0,55	+ 5,8	+16,8	8,24	+1,56	812	+118	600	940	2,6	6	variable	0,83	7,6	— 2,3	145,9
30	723,25	— 1,66	+13,64	+ 2,72	+10,3	+18,5	8,42	+1,68	738	+ 44	530	900	6,5	8	SSO. 1	0,82	7,9	— 2,1	144,0

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1878.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	723,17	723,56	723,68	723,19	722,55	722,45	722,57	723,19	723,46
2e »	726,12	726,30	726,38	725,99	725,57	725,14	725,23	725,74	725,82
3e »	721,84	722,00	722,16	721,92	721,87	721,78	721,78	722,25	722,22
Mois	723,71	723,95	724,07	723,70	723,33	723,12	723,20	723,73	723,83
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 4,62	+ 5,95	+ 6,80	+ 8,25	+ 9,77	+ 9,51	+ 8,87	+ 8,06	+ 7,46
2e »	+ 7,02	+ 9,16	+10,76	+12,10	+12,79	+13,03	+11,60	+10,12	+ 9,08
3e »	+ 7,84	+ 9,20	+10,68	+11,86	+12,43	+12,63	+11,66	+10,06	+ 9,01
Mois	+ 6,49	+ 8,10	+ 9,42	+10,74	+11,66	+11,72	+10,71	+ 9,41	+ 8,52
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	5,50	5,63	5,58	5,46	5,72	6,00	5,97	6,04	5,85
2e »	6,36	6,59	6,35	6,68	6,77	6,74	6,72	6,79	6,84
3e »	7,40	7,44	7,45	7,11	7,15	7,51	7,55	7,75	7,73
Mois	6,42	6,56	6,46	6,42	6,55	6,75	6,75	6,86	6,81
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	855	795	745	665	639	687	709	758	763
2e »	858	775	673	640	613	602	660	737	795
3e »	933	859	786	689	675	699	749	837	902
Mois	882	810	735	665	642	663	706	777	820

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 4,02	+11,03	0,74	+ 6,55	37,9	107,0
2e »	+ 6,05	+14,60	0,62	+ 8,33	18,2	128,7
3e »	+ 6,82	+13,90	0,83	+ 7,26	65,1	142,7
Mois	+ 5,63	+13,18	0,73	+ 7,37	121,2	126,1

Dans ce mois, l'air a été calme 2,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,68 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 31°,2 O. et son intensité est égale à 30,0 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1878.

Le 1er, neige et brouillard depuis midi.
2, neige et brouillard tout le jour, forte bise.
3, brouillard le matin, neige le soir.
4, neige pendant tout le jour, mais peu abondante.
5, neige et brouillard une partie de la journée.
9, neige et brouillard une grande partie de la journée.
10, brouillard une grande partie de la journée.
11, neige et brouillard.
12, id.
16, brouillard le matin, neige le soir.
17, neige et brouillard une grande partie de la journée.
20, neige et brouillard tout le jour, fort vent du SO.
21, neige tout le jour, ainsi que dans la nuit du 20 au 21 ; très-forte bise.
22, neige le matin, clair le soir.
23, neige tout le jour, très-fort vent du SO.
24, neige jusqu'à 6 h. du soir, très-fort vent du SO.
25, clair le matin, neige le soir.
26, neige et brouillard une grande partie de la journée.
27, neige dans la nuit du 26 au 27, marquée le 27 ; brouillard tout le jour par une forte bise.
29, neige depuis 6 h. du soir.
30, neige dans la nuit et le matin, brouillard le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 6 à 10 h. soir	564,66	Le 1er à 6 h. soir	549,16
10 à 8 h. soir	562,61	9 à 6 h. matin	559,26
15 à midi	569,00	12 à 2 h. après midi	560,05
19 à 10 h. soir	563,78	18 à 8 h. matin	559,91
22 à 8 h. soir	560,40	21 à 6 h. matin	556,45
29 à 6 h. matin	566,92	24 à 2 h. après midi	554,89

SAINT-BERNARD. — AVRIL 1878.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.				
1	549,64	—10,71	549,16	550,86	— 9,55	— 4,07	—14,7	— 5,2	100	9,2	8	SO.	1	0,86
2	552,09	— 8,31	549,66	554,57	— 9,37	— 4,01	—10,5	— 6,4	500	36,4	10	NE.	2	1,00
3	560,96	+ 0,50	557,86	562,61	— 5,25	— 0,01	— 9,9	+ 1,0	180	12,2	6	NE.	1	0,66
4	562,52	+ 2,00	562 34	562,75	— 3,14	+ 1,98	— 4,7	+ 0,4	50	7,8	14	SO.	1	1,00
5	562,53	+ 1,95	562,00	563,83	— 2,24	+ 2,75	— 4,7	+ 1,7	50	6,4	4	NO.	1	0,92
6	564,01	+ 3,37	563,33	564,66	— 2,71	+ 2,15	— 5,8	+ 0,2	.....	.....	....	NE.	1	1,10
7	563,88	+ 3,17	563,65	564,13	— 0,03	+ 4,71	— 3,3	+ 4,4	.....	.....	....	NE.	1	0,08
8	561,56	+ 0,78	560,87	562,34	— 1,08	+ 3,53	— 6,8	+ 3,2	.....	.....	....	NE.	1	0,34
9	559,70	— 1,15	559,26	560,61	— 4,63	— 0,15	— 5,0	— 2,0	80	7,4	7	SO.	1	0,91
10	561,91	+ 0,99	560,94	562,61	+ 0,17	+ 4,52	— 3,3	+ 5,4	.....	.....	....	NE.	1	0,71
11	561,87	+ 0,88	561,57	562,16	— 2,12	+ 2,10	— 3,6	+ 2,7	70	4,8	5	NE.	1	0,88
12	560,48	— 0,58	560,05	561,13	— 5,02	— 0,93	— 7,6	+ 0,8	80	6,4	8	NE.	1	0,92
13	563,84	+ 2,70	562,04	565,58	— 3,44	+ 0,52	— 7,7	+ 0,3	.....	.....	....	NE.	1	0,10
14	567,19	+ 5,97	565,83	568,50	+ 0,15	+ 3,98	— 5,7	+ 5,8	.....	.....	....	NE.	1	0,00
15	568,51	+ 7,21	568,08	569,00	+ 1,99	+ 5,68	— 2,8	+ 6,7	.....	.....	....	NE.	1	0,32
16	564,82	+ 3,44	563,91	566,08	— 0,41	+ 3,14	— 2,0	+ 2,3	60	5,0	5	SO.	1	0,98
17	561,45	— 0,01	561,02	561,93	— 1,81	+ 1,60	— 5,4	+ 3,7	60	4,0	6	NE.	1	0,98
18	560,54	— 1,00	559,91	561,53	— 1,96	+ 1,31	— 5,4	+ 3,0	.....	.....	....	NE.	1	0,44
19	562,71	+ 1,09	561,57	563,78	+ 0,65	+ 3,78	— 3,1	+ 8,0	.....	.....	....	NE.	1	0,62
20	560,39	— 1,32	558,45	562,64	— 2,11	+ 0,88	— 2,7	0,0	100	14,6	10	SO.	2	1,00
21	557,21	— 4,59	556,45	558,56	— 5,55	— 2,70	— 5,8	— 4,2	300	25,4	14	NE.	2	0,89
22	559,84	— 2,05	558,88	560,40	— 1,56	+ 1,15	— 5,7	+ 2,0	60	4,8	4	SO.	1	0,54
23	557,68	— 4,30	556,95	558,56	— 2,55	+ 0,02	— 2,5	— 1,0	180	12,3	18	SO.	3	1,00
24	555,22	— 6,85	554,89	555,45	— 3,74	— 1,31	— 4,4	— 1,8	100	8,6	10	SO.	3	0,90
25	556,07	— 6,09	555,56	556,85	— 1,54	+ 0,75	— 6,2	+ 2,4	90	9,0	7	NE.	1	0,56
26	558,64	— 3,61	557,02	559,92	— 1,92	+ 0,22	— 3,6	+ 1,8	80	6,2	4	NE.	1	1,00
27	562,08	— 0,26	560,14	564,08	— 3,24	— 1,25	— 4,8	0,0	70	6,6	....	NE.	2	0,98
28	565,64	+ 3,21	564,35	566,52	— 0,12	+ 1,73	— 5,1	+ 4,8	.....	.....	....	SO.	1	0,16
29	566,32	+ 3,80	565,04	566,92	+ 0,42	+ 2,13	— 2,2	+ 4,0	80	8,2	7	SO.	1	0,78
30	563,08	+ 0,46	562,93	563,35	+ 2,57	+ 4,14	— 0,8	+ 6,5	70	8,0	6	SO.	1	0,81

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1878.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	559,18	559,40	559,75	559,83	559,91	560,69	560,22	560,39	560,53
2e »	563,18	563,16	563,29	563,30	563,14	563,09	563,16	563,28	563,38
3e »	559,67	559,77	559,99	560,15	560,24	560,30	560,44	560,69	560,73
Mois	560,67	560,78	561,01	561,09	561,10	561,16	561,27	561,45	561,55
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 6,76	— 3,22	— 1,61	— 0,64	— 0,54	— 1,80	— 3,62	— 4,60	— 4,51
2e »	— 3,84	— 1,68	+ 0,13	+ 1,99	+ 2,29	+ 1,30	— 0,86	— 2,65	— 2,77
3e »	— 3,94	— 2,13	+ 0,42	+ 1,02	+ 0,95	+ 0,43	— 0,73	— 2,24	— 2,50
Mois	— 4,85	— 2,34	— 0,35	+ 0,79	+ 0,90	— 0,02	— 1,74	— 3,16	— 3,26

	Min. observé.	Max. observé	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 6,87	+ 0,27	0,66	79,4	960
2e »	— 4,60	+ 3,33	0,62	34,8	370
3e »	— 4,11	+ 1,45	0,76	89,1	1030
Mois	— 5,19	+ 1,68	0,68	203,3	2360

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,81 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 13,3 sur 100.

EXPÉRIENCES

SUR LES

EFFETS DES REFOULEMENTS OU ÉCRASEMENTS LATÉRAUX EN GÉOLOGIE[1]

PAR

M. Alph. FAVRE
Professeur à l'Académie de Genève.

Sir James Hall publia en 1813 les résultats d'expériences qui sont restées célèbres[2]. Il cherchait à découvrir la cause qui avait contourné et plissé les couches des terrains de sédiments. Il réussit à imiter en partie leur structure en empilant sur une table des morceaux d'étoffes, de laine, de coton ou de toile, chargeant d'un poids leur surface supérieure et les comprimant latéralement. Il avait également réussi par un moyen semblable à donner à des couches d'argile des formes contournées

[1] En commençant cette notice je tiens à signaler les beaux travaux que M. Daubrée a publiés dernièrement dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (séances des 25 mars, 8 et 15 avril 1878). Ce savant décrit des expériences nombreuses et variées ayant pour but de reproduire les formes des montagnes et d'étudier la cause probable des ploiements et des contournements observés à la surface du globe. Il s'est donc occupé avant moi de ce sujet, mais mes expériences diffèrent des siennes sur quelques points; elles étaient faites et cette notice était rédigée lorsque j'ai eu connaissance des travaux de ce savant. Voir sur mes expériences les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 25 avril 1878.

[2] On the vertical position and convolutions of certain strata, etc. *Transactions of the royal Society of Edinburgh*, t. VII, 1813. — Par extrait. *Biblioth. Britannique* (de Genève) *sciences et arts*, 1814, t. 55, p. 330.

qui avaient beaucoup d'analogie avec celles de certaines couches observées en Écosse. « Il nous reste encore à « considérer, disait-il, comment a été produite cette *pous-* « *sée horizontale.* On peut, je pense, l'admettre comme « une conséquence naturelle de l'hypothèse du Dr Hut- « ton, d'après laquelle nos continents sont sortis du fond « des mers et se sont élevés à leurs positions actuelles par « l'action interne de cette même chaleur dont on trouve « les manifestations extérieures dans les volcans. »

Ce genre d'expériences est tout à fait motivé par suite des idées théoriques qui, depuis des époques plus ou moins anciennes, ont été introduites dans l'histoire de la terre.

On peut classer sous trois chefs toutes les théories de la formation des montagnes : celle du soulèvement, celle de l'affaissement et celle du refoulement ou écrasement latéral.

« L'idée du *soulèvement des montagnes* se perd dans la « nuit des temps, dit Élie de Beaumont.... L'ancre d'Ovide, « qui remonte, paraît-il, jusqu'à Pythagore, serait aussi an- « cienne dans la science que le carré de l'hypoténuse[1]. »

Si à une certaine époque cette idée peut avoir eu du succès, elle est assez délaissée maintenant pour que je ne m'en occupe pas.

La théorie de la formation des montagnes par affaissement a eu, si je ne me trompe, J.-A. Deluc pour premier représentant. Elle est assez compliquée. Ce savant y revient fréquemment dans ses ouvrages. C'est dans la phrase suivante qu'il me semble exposer ses idées de la manière la plus concise. En parlant des chaînes de montagnes, qui, d'après de Saussure, sont formées de couches

[1] *Notice sur les systèmes de montagnes*, p. 1325, note.

appuyées les unes contre les autres « tout comme elles « *s'appuient contre* les substances *primordiales,* » il ajoute : « et il n'est pas moins évident, que ce doit être par des « *ruptures* de toute la masse des *couches,* dans ces lieux « qui forment aujourd'hui le centre de ces *chaînes,* par « les *affaissements* latéraux des masses ainsi divisées, que « les couches auparavant inférieures, se trouvent les plus « élevées et redressées vers ces centres[1]....... »

L'idée de refoulement fut énoncée en 1795 par H.-B. de Saussure. « Ce fait, » dit-il, en parlant de la structure des montagnes voisines de Grindelwald, « ce fait fournit « un bel exemple des refoulements, que je regarde comme « la cause générale du redressement des couches originai- « rement horizontales (*Voyages,* § 1677). » On lit plus loin : « Ce grand phénomène s'explique, comme j'espère « le faire voir dans la théorie, par le refoulement qui a « redressé ces couches, originairement horizontales » *Voyages,* § 1996). Il ajoute encore : « En effet, si on « suppose que c'est, ou par refoulement, comme je le « pense, ou par rupture de la croûte de l'ancienne terre, « comme le croit M. De Luc, que ces couches, horizon- « tales dans l'origine, sont devenues verticales...... » (*Voyages,* § 1999).

On trouve encore la phrase suivante dans une lettre inédite[2] de de Saussure à De la Métherie, datée du 6 juillet 1795, au sujet de la *Théorie de la Terre,* publiée en 1791 par le savant français : « J'observerai seulement que le « système que vous avez exposé dans le IIIe volume sous

[1] *Lettres sur l'hist. physiq. de la terre,* adressées à Blumenbach, 1798, p. 70.

[2] Cette lettre appartient à M. Th. Necker qui a bien voulu me la communiquer.

« le nom de système de Saussure, n'est point une suite « d'opinions mûries et adoptées avec réflexion et matu- « rité. J'ai présenté ces idées comme un rêve ou comme « une suite d'images que le spectacle des montagnes visi- « bles de la cime du Cramont pouvait réveiller dans la « tête d'un géologue. Car je pense comme vous que « l'explosion des fluides élastiques n'a point pu soulever « et encore moins soutenir dans un état de soulèvement « des masses telles que le M.-B.[1] et ses alentours. Je « tiens beaucoup plus à l'idée d'un refoulement. Mais « tout cela est trop long pour une lettre, je développerai « mes idées dans la suite de mon ouvrage. »

On trouve en effet, en parcourant les Alpes, une foule de localités dans lesquelles on croit voir l'empreinte de refoulements latéraux[2].

Cette lettre présente de l'intérêt en établissant nettement que l'idée de refoulement était bien celle que de Saussure adoptait vers la fin de sa laborieuse carrière ; elle fait également connaître ce que de Saussure lui-même pensait de l'élan poétique dont il avait été saisi au sommet du Cramont.

L'expression d'écrasement latéral, dont Élie de Beaumont s'est servi, fait naître la même idée que le mot refoulement. « Il paraît exister, a dit l'illustre savant, « beaucoup de rapports entre les résultats nécessaires de « l'*écrasement latéral* et les phénomènes que de Saussure « entendait désigner par le mot refoulement, dont il s'est « servi dans les derniers aperçus théoriques consignés « dans ses *Voyages*[3]. »

[1] Mont-Blanc.
[2] A. Favre, *Recherches*, § 407, 356, 541 et surtout 597.
[3] *Notice sur les systèmes de montagnes*, p. 1318.

Il est intéressant de constater que, déjà en 1644, Descartes semble avoir entrevu la cause des dislocations du sol retrouvée par ces géologues modernes. « Or, dit-il, « y ayant plusieurs fentes dans le corps E (la figure jointe à cette explication représente le corps E comme étant une couche de la surface de la terre) lesquelles « s'augmentoient de plus en plus, elles sont enfin deve- « nues si grandes qu'il n'a pu se soutenir plus longtemps « par la liaison de ces parties, et que la voûte qu'il com- « posoit se crevant tout d'un coup, sa pesanteur l'a fait « tomber en grandes pièces sur la superficie du corps C « (autre couche de la terre inférieure à E) ; mais parce « que cette superficie n'était pas assez large pour recevoir « toutes les pièces de ce corps en la même situation qu'elles « avoient été auparavant, il a fallu que quelques-unes « soient tombées de côté et se soient appuyées les unes « contre les autres[1] » (La figure 2, pl. VIII, représente les dislocations du sol).

Ces trois systèmes qui font provenir les montagnes de forces qui poussent les grandes masses minérales de bas en haut, de haut en bas ou latéralement, ne sont pas si éloignées les unes des autres qu'on pourrait le croire au premier abord. Je pense qu'on ne peut refuser aux savants qui ont admis le système des soulèvements comme modification principale de la surface du globe, d'avoir aussi admis la formation de dépressions comme modification secondaire. Il semble également impossible que les géologues qui ont soutenu le système des affaissements

[1] *Œuvres de Descartes*. Paris 1824, t. III, p. 366, § 42. — Mon attention a été attirée sur ce sujet par la note que M. Daubrée a insérée à la page 33 de son *Rapport sur les progrès de la géologie expérimentale*. Paris 1867.

comme modification principale n'aient pas admis l'exhaussement comme modification secondaire. Enfin, dans le système du refoulement ou de l'écrasement latéral, il y a un affaissement général de la surface de la terre, puisqu'il y a diminution dans la longueur du rayon de notre globe, et cependant il en résulte des exhaussements du sol au milieu de cette dépression générale.

La cause du refoulement ou écrasement latéral tient au refroidissement de la terre. Il est, en effet, bien probable que notre globe est dans la période où, d'après Élie de Beaumont, « le refroidissement moyen annuel de « la masse surpasse celui de la surface et la surpasse de « plus en plus [1]. » Il doit en résulter que les couches extérieures du globe, tendant toujours à s'appuyer sur les parties intérieures, se rident, se plissent, se disloquent, se dépriment sur certains points et s'exhaussent sur d'autres.

Les expériences que j'ai faites à l'atelier de la Société genevoise pour la fabrication des instruments de physique avec l'obligeant concours de son directeur, M. Th. Turrettini, ressemblent beaucoup à celles de sir James Hall. Elles en diffèrent cependant d'une manière notable sur deux points :

1° Le célèbre Écossais faisait reposer la matière qu'il voulait comprimer sur un corps qui ne se comprimait point, tandis que j'ai placé la couche d'argile, employée dans ces expériences, sur une plaque de caoutchouc, fortement étirée, à laquelle je la faisais adhérer autant que possible [2], puis je laissais le caoutchouc revenir à sa di-

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1844, XIX, 1327.

[2] Dans quelques expériences des clous ont été plantés en quinconce sur le caoutchouc; ils n'étaient pas complétement enfoncés et ils empêchaient le glissement de la glaise sur le caoutchouc.

mension primitive. Par sa contraction, le caoutchouc agissait d'une manière égale, sur tous les points de la partie inférieure de l'argile et plus ou moins sur toute la masse, dans le sens du refoulement ou de l'écrasement latéral.

2° Hall comprimait par un poids la surface supérieure du corps qu'il voulait plisser, ce qui empêchait toute déformation de s'y produire, tandis qu'en laissant cette surface libre j'y ai vu apparaître, pendant l'expérience des formes qui sont semblables à celles qu'on peut observer dans divers pays de collines et de montagnes.

La disposition de l'instrument est très-simple : une plaque de caoutchouc de 16 millimètres d'épaisseur, de 12 centimètres de largeur et de 40 centimètres de longueur était étirée, dans la plupart des expériences, à une longueur de 60 centimètres. On la couvrait d'une couche de terre glaise[1] à l'état pâteux, dont l'épaisseur a varié, suivant les expériences, de 25 à 60 millimètres. On voit par les dimensions indiquées ci-dessus que la pression diminuait la longueur de la bande d'argile d'un tiers. Cette pression a été exercée sur certaines montagnes de Savoie. Par exemple la coupe que j'ai donnée des montagnes situées entre la Pointe-Percée et les environs de Bonneville[2] laisse voir que les couches plissées et contournées qui sont figurées entre Dessy et le Col du Grand-Bornand couvrent une longueur qui est les deux tiers de celle qu'elles possédaient avant la compression. Ces montagnes ont donc subi, comme la terre glaise, une

[1] Terre de Bresse employée à Genève pour vernir la poterie commune.

[2] *Bullet. Soc. géologique de France*, 1875, t. III, pl. XXII. — A. Favre, *Recherches géologiques*. Atlas, pl. IX.

compression indiquée par le rapport de 60 à 40. Or, il y a des régions qui sont infiniment plus contournées encore; les plis s'y rapprochent plus de la verticale et sont plus serrés les uns contre les autres; ils donnent l'idée que la compression s'est exercée sur eux d'une manière beaucoup plus forte que je ne viens de l'indiquer. Ces contournements s'observent dans presque tous les points de la croûte terrestre, car si dans certaines régions la surface paraît formée de couches non contournées, on en trouve souvent au-dessous d'elles qui portent les traces de la compression. La surface de la terre a donc été beaucoup plus étendue que maintenant et le rayon du globe a subi, à travers les différentes périodes de l'histoire de la terre, un immense raccourcissement.

Je reviens à mes expériences. Aux extrémités de la bande d'argile se trouvaient des pièces de bois ou appuis, fixés sur le caoutchouc et qui l'accompagnaient dans son mouvement de retrait. L'argile se trouvait ainsi comprimée à la fois par son adhérence au caoutchouc et par la pression latérale des appuis. Par l'influence du caoutchouc seul, sans la présence des appuis, il ne se forme que des rides très-faibles à la surface d'une plaque de glaise de 3 à 4 centimètres d'épaisseur, et si les appuis compriment seuls la terre glaise posée sur une matière qui ne se comprime pas (une planche bien lisse et huilée), la terre glaise ne se ride guère dans le voisinage du centre de sa surface; elle augmente quelque peu d'épaisseur et il se fait des bourrelets de terre contre les appuis.

Les couches qui semblent diviser les masses d'argile et qui sont représentées dans les figures ne sont pas réel-

lement des couches, mais simplement des traits horizontaux à la surface de l'argile.

Voici les résultats de quelques expériences :

I.

Pl. I, fig. 1[1]. Longueur de la bande d'argile, 62 centimètres, comprimée jusqu'à 45 centimètres. — Épaisseur de l'argile avant la compression, environ 35 millimètres; après, l'épaisseur, au point le plus haut, est de 63 millimètres.

Par la compression, les couches horizontales ont été fortement contournées, disjointes en certains endroits de manière à ce qu'il s'est formé des fissures horizontales semblables à des cavernes, surtout au point *a*. On remarque un grand nombre de fentes ou failles plus ou moins verticales. Le mouvement le plus curieux a été en *b*: il a formé une montagne dont la pente est douce du côté droit (sauf une aspérité *c*). Le flanc gauche de la montagne est abrupt, et formé par des couches verticales. Les couches du corps principal de la montagne sont presque horizontales et un peu courbées vers le bas, à leur jonction avec les couches verticales.

Cette coupe rappelle celle du mont Salève, près de Genève, surtout si on supprime le monticule *c*. Cette montagne présente en effet un escarpement au N.-O. et une pente douce au S.-E. On y voit en plusieurs points des couches plus rapprochées de la verticale que celles de la

[1] Toutes les figures, sauf la première, ont été photographiées d'après l'argile puis copiées avec beaucoup d'exactitude.

coupe que j'ai donnée [1]. On y voit même, comme dans la figure ci-jointe, que les couches du corps de la montagne sont courbées vers le bas, à leur jonction avec les couches verticales.

Dans l'expérience, ni les couches verticales, ni les couches horizontales n'ont supporté aucune érosion, tandis qu'il n'en a pas été de même dans la nature. Ceci est la cause principale pour laquelle aucune dislocation obtenue au moyen de la glaise ne ressemble exactement à celles que nous voyons maintenant dans les montagnes.

On remarque dans cette figure, comme dans plusieurs de celles qui suivent que les couches inférieures sont beaucoup moins contournées que les supérieures.

II

Pl. I, fig. 2. Longueur de la bande d'argile, 60 centimètres, comprimée à 40. — Épaisseur avant la compression, 4 centimètres, dont 35 millimètres d'argile grise et 5 millimètres d'argile rouge, plus consistante que la grise, à la partie supérieure ; après la compression, l'épaisseur au point culminant est de 55 millimètres.

Les collines et les vallons formés à la surface sont dus aux contournements des couches très-visibles sur la face latérale. Au centre se voit un grand pli *a* très-saillant avec une cassure longitudinale ; à droite et à gauche sont des voûtes déjetées en sens inverses. Les lettres *b, c, d, e, f, g, h* désignent certaines formes de montagnes ou de vallées qui ne sont pas les mêmes sur les deux côtés de la bande d'argile. En effet, la fig. 3, pl. I, représente le

[1] A. Favre, *Recherches géologiques*, etc. Atlas, pl. III. — *Bull. Soc. géologique de France*, 1875, t. III, pl. XXV.

côté opposé à celui dessiné dans la figure précédente et les mêmes lettres se correspondent sur les deux côtés. On voit donc que le pli *b* de la figure 2 a pour prolongement la plaine *b* de la fig. 3, que la plaine *h* de la fig. 2 a pour prolongement la montagne *h* de la fig. 3, etc.

On observe dans la fig. 3 plusieurs disjonctions de couches, l'une d'elle en *i* est produite par l'affaissement de la couche inférieure. Les formes obtenues dans cette expérience se trouvent dans la plupart des chaînes de montagnes, aussi bien dans les Appalaches que dans le Jura et dans les Alpes.

III

Pl. II, fig. 4. Longueur de la bande d'argile, 60 centimètres, comprimée à 40 centimètres. — Épaisseur avant la compression, 4 centimètres ; après, la plus grande aspérité atteint 65 millimètres.

On remarque des contournements semblables à ceux de la figure précédente, entre autres une voûte *a* très-nettement formée, qui ne présente qu'une très-faible cassure. Elle est semblable à la voûte de Cluse, vallée de l'Arve [1].

De distance en distance se voient des tranches verticales (*b, c, d, e, f, g*) sur lesquelles la compression semble avoir agi d'une façon particulièrement énergique et qu'on pourrait appeller « zones de refoulement ; » les couches y sont écrasées d'une manière exceptionnelle, souvent séparées les unes des autres.

La fig. 5 de la pl. II représente le côté opposé à celui

[1] A. Favre, *Recherches géologiques*. Atlas, pl. XIII.

de la fig. 4. Les mêmes lettres sont répétées des deux côtés. La grande voûte droite *a*, fig. 4 correspond à deux voûtes *a a*, fig. 5. La zone de refoulement *b*, fig. 4, qui est puissante et dont les couches sont disjointes, correspond en *b*, fig. 5 à une faille oblique.

La zone de refoulement *c*, fig. 4, n'a pas traversé jusqu'en *c*, fig. 5, tandis que la zone *d*, fig. 4 est beaucoup plus considérable en *d*, fig. 5 où elle est triple.

La zone *e*, fig. 4 est à peine visible en *e*, fig. 5.

La zone *f*, qui est très-fortement accentuée fig. 4, où elle montre plusieurs disjonctions de couches ou cavernes est moins nettement marquée en *f*, fig. 5, quoiqu'on y voie aussi plusieurs de ces disjonctions. Enfin la zone *g*, qui est oblique fig. 4, se montre également forte en *g*, fig. 5, mais plus verticale.

IV

Les fig. 6, pl. II, et 7, pl. III, représentent les deux côtés de la même bande d'argile. Chaque lettre indique une forme dont le prolongement est indiqué du côté opposé par la même lettre.

Longueur de la bande d'argile, 60 centimètres, comprimée à 40 centimètres. Couche d'argile grise de 20 à 25 millimètres de hauteur, recouverte d'une couche de 5 millimètres de terre argileuse rouge plus solide ; hauteur totale, 25 à 30 millimètres. Après la compression, la hauteur du point culminant est de 62 millimètres.

Les formes prises par l'argile dans cette expérience sont très-variées :

a, fig. 6 indique une grande voûte presque droite et brisée au sommet. La disjonction des couches a formé

une grande et profonde caverne ayant à peu près la forme de celle qui s'est produite en *e*, fig. 7. Toutes deux sont triangulaires et ressemblent à celle que James Hall a représentée pl. II du mémoire cité et à celle que l'exploitation du charbon a créée au Petit-Bornand, en Savoie[1]. La même voûte *a*, fig. 6 est, en *a*, fig. 7, déjetée et brisée de côté et sans caverne.

Les parois du vallon *b*, fig. 6 sont fort inclinées et ce vallon n'est plus en *b* fig. 7 qu'une fissure dont les parois sont verticales et même surplombent.

La voûte *c*, fig. 6 est droite et presque pas rompue, tandis qu'en *c*, fig. 7 elle est déjetée et rompue.

Le vallon *d*, fig. 6 est tèrs-resserré au milieu de la bande d'argile, et il se change en plaine en *d*, fig. 7.

La voûte *e*, fig. 6, droite et presque pas rompue, correspond en partie à la plaine *d* et en partie aussi au pli *e*, fig. 7. Ce dernier est oblique à la direction de la voûte.

Le vallon *f*, fig. 6 et 7, est assez uniforme de l'une de ses extrémités à l'autre,

La voûte *g*, fig. 6, est déjetée en sens opposé de son prolongement en *g*, fig. 7.

La voûte *h*, fig. 6, qui est basse et déjetée, et la voûte *i*, fig. 6, qui est fortement rompue et dont les couches sont verticales, ont toutes deux pour prolongement la voûte surbaissée *h-i*, fig. 7.

La plaine *k*, fig. 6 se prolonge en forme de voûte en *k*, fig. 7, et le pli *l*, fig. 6, déjeté en sens contraire de *h*, ne se montre pas en *l*, fig. 7.

Les ondulations, les plis, leurs cassures, les vallées de ces deux figures sont remarquables, et ce relief rappelle

[1] A. Favre, ibid., pl. X.

les traits généraux d'un grand nombre de montagnes, comme je l'ai dit en parlant de la fig. 2, pl. I.

V

Pl. III, fig. 8. Longueur de la bande d'argile, 60 centimètres, comprimée à 40 centimètres, formée d'une couche d'argile grise de 4 centimètres, recouverte d'une couche de terre rouge plus solide, de 5 millimètres d'épaisseur; après la compression, le point culminant est à un peu plus de 10 centimètres.

J'ai cherché à représenter (si on ose se servir de ce mot lorsqu'on imite sur une échelle aussi petite les grands phénomènes de la nature) ce qui devrait arriver lorsque la compression terrestre s'exercerait sur des couches horizontales encore humides déposées dans le fond d'une mer où se trouveraient deux montagnes déjà solidifiées. A cet effet, j'ai placé sur le caoutchouc et sous l'argile deux demi-cylindres de bois, *a* et *b*, de 35 millimètres environ de rayon, à 20 centimètres des extrémités de la bande d'argile et à cette même distance l'un de l'autre. Avant la compression, la surface de l'argile et les couches étaient complétement horizontales.

La compression a donné naissance, au sommet du demi-cylindre *a*, à une vallée *c*, formée par un contournement des couches à droite et par un monticule *d* à gauche. Or, je ne crois pas qu'on ait jamais pensé à assigner à aucune vallée une origine de cette nature.

Sur l'autre demi-cylindre *b* il s'est produit un énorme exhaussement qui a porté le sol jusqu'en *e*, avec une rupture telle que la lèvre de gauche, *f*-*g*, a subi un ren-

versement complet en tournant, comme sur une charnière, autour de la ligne horizontale qui passe par le point *h*. Il en résulte que les quatre couches supérieures de l'argile désignées par les chiffres 1, 2, 3, 4 étant dans une position normale avant la compression, se trouvent, après celle-ci, arrangées de manière à fournir la succession représentée par l'arrangement suivant des chiffres : 1, 2, 3, 4, 4, 3, 2, 1, 1, 2, 3, 4, en faisant la coupe de ce terrain par une ligne tirée *x* en *y*.

Si la lèvre de gauche disparaissait, on aurait alors entre les points *x* et *z* la coupe 1, 2, 3, 4, 5, 1, 2, 3, 4, 5,

Des sections analogues à celles-ci, présentant des intervertissements dans l'ordre des couches sont connues des géologues.

VI

Pl. III, fig. 9. Longueur de la bande d'argile, 58 centimètres, comprimée à 38. — Avant la compression, on y voyait les deux divisions qu'on y voit encore ; celle de droite était longue de 33 centimètres, et épaisse de 25 millimètres en *a* et de 35 millimètres en *b* ; la division de gauche était longue de 25 centimètres, l'épaisseur en était de 65 millimètres, une pente douce reliait la partie *c* à la partie *b*. Après la compression, la hauteur moyenne de *a b* est de 45 et celle de *c* de 75 millimètres.

Toutes les couches étaient tracées horizontalement.

Dans cette expérience, j'ai cherché à imiter l'effet du refoulement à la limite d'une montagne et de la plaine. Comme je l'ai dit, la hauteur de la montagne *c* s'est nota-

blement augmentée, les cinq ou six couches supérieures se sont avancées du côté de la plaine, elles ont empiété sur elle; celle-ci a cependant offert une résistance assez grande pour que les couches de la montagne se soient fortement infléchies vers le bas. De cette lutte entre la plaine et la montagne il est résulté un bourrelet *d* qui est la première colline au pied de la hauteur. Il en est encore résulté que les couches de la plaine ont subi une apparence de dépression au contact de la montagne par suite de la voûte qui s'est formée en *b*; elles plongent sous la montagne. Ceci ressemble à ce qui se voit souvent dans les Alpes à la jonction de la première chaîne calcaire et des collines de mollasse; en effet les couches de cette dernière roche semblent plonger sous celles des hauteurs voisines.

Par suite de la compression il s'est formé plusieurs rangées de collines dans la plaine entre *b* et *a*.

VII

Longueur de la bande d'argile, 45 centimètres, comprimée à 25 centimètres. Épaisseur de l'argile avant la compression 5,5 à 6 centimètres; après, 8 au maximum.

Par suite de l'épaisseur plus grande de l'argile, l'effet du retrait du caoutchouc sur la masse entière est moindre. Les *appuis* des extrémités de la glaise prennent relativement une grande influence. Il se fait, aux deux extrémités, des voûtes qui atteignent 8 centimètres d'élévation, et les plis qui sont au centre atteignent à peine 7 centimètres. On voit des disjonctions ou cavernes entres les couches.

Le résultat de cette expérience peut être rapproché de ce qu'on a nommé un soulèvement continental.

VIII

Dans une expérience faite avec une bande d'argile disposée et comprimée de la même manière que la précédente, il s'est produit un décollement entre le caoutchouc et l'argile, le centre de la bande s'est peu à peu soulevé en forme de voûte, l'une des extrémités est restée horizontale. Au centre de la partie supérieure de la voûte il s'est ouvert une grande crevasse en forme de *V* perpendiculaire à la longueur de la bande, tandis qu'il s'en formait en même temps une autre en forme d'*A* entre la partie horizontale de l'argile et la partie qui se soulevait. La première des crevasses est semblable à plusieurs de celles qui se sont produites au sommet des voûtes dans les expériences précédentes, la seconde rappelle ce que dit L. de Buch[1] de la *grande faille* sur laquelle s'établissent les *cheminées* volcaniques, « alors, dit-il, on observe généralement à côté et dans la même direction, une chaîne de montagnes primitives, dont la base semble indiquer la situation des volcans. »

IX

Enfin j'ai essayé, mais sans obtenir de résultats satisfaisants, d'opérer sur une plaque de caoutchouc de 66 centimètres de diamètre qu'on étirait en y produisant

[1] *Description des îles Canaries.* Paris 1836, p. 324.

un bombement. Elle devenait ainsi une portion de sphère de 41 centimètres de rayon. Dans diverses expériences on a placé, à la surface de cette portion de globe, des couches d'argile dont l'épaisseur a varié de 35 à 2 millimètres ; puis on a laissé revenir peu à peu le caoutchouc à l'état de surface plane. Après ce mouvement, je n'ai pu trouver aucun changement régulier à la surface de l'argile. Ces expériences avaient pour but d'imiter la pression que les couches de la terre ont dû subir en tous sens par suite de la diminution du rayon terrestre.

Les formes affectées par l'argile dans les expériences précédentes dépendent de plusieurs circonstances : du plus ou moins grand degré de compression, de la vitesse de cette compression, de l'épaisseur de l'argile, de l'état plus ou moins plastique de cette substance, de la solidité plus ou moins grande des différentes couches, etc. Il est souvent difficile de se rendre compte des causes qui produisent la variété des formes. Pourquoi les deux côtés d'une même bande d'argile qui paraît homogène présentent-ils, après la compression, des formes différentes ? En d'autres termes pourquoi les accidents du sol figurés à la surface supérieure des bandes d'argile ont-ils, en général, une si petite étendue, comme je l'ai montré, en particulier dans le paragraphe IV ? Il est évident que ce peu de continuité tient à des causes qu'on ne peut ni prévoir ni apprécier dans ces expériences. N'en est-il pas de même dans la nature ? Pourquoi la chaîne des Alpes n'est-elle pas une vraie chaîne, mais une succession de massifs

souvent obliques les uns par rapport aux autres? Pourquoi dans le Jura voit-on des chaînons qui ont pour prolongement des plaines ou des vallons? Toujours est-il que les formes et structures obtenues dans ces expériences ont une ressemblance incroyable avec celles qu'on trouve à la surface du globe. Mais il faut reconnaître que bon nombre de ces dernières n'ont pas été reproduites par ces refoulements artificiels.

Il semble probable que, par des compressions plus puissantes et diversement employées, on pourrait obtenir encore des structures très-différentes. Mais je n'ai pas cru devoir multiplier ces expériences pensant que les formes variées qui en ont été le résultat mettent suffisamment en évidence les effets des refoulements.

DE LA
CHALEUR SPÉCIFIQUE DES VAPEURS
ET SES VARIATIONS SUIVANT LA TEMPÉRATURE

PAR

M. Eilhard WIEDEMANN[1]

(Note communiquée par l'auteur.)

Dans un travail antérieur[2], j'ai décrit un nouvel appareil servant à mesurer la chaleur spécifique des gaz.

Après avoir apporté à cet appareil les modifications nécessaires, je l'ai employé pour mesurer les chaleurs spécifiques des vapeurs à différentes températures, afin d'examiner s'il n'existe pas une relation entre les variations de la chaleur spécifique des vapeurs suivant la température et celles de la chaleur spécifique des liquides correspondants.

A part quelques recherches de M. Winkelmann dont nous parlerons plus bas, on ne possède sur ce sujet que les observations de Regnault.

Dans les expériences de ce dernier, la chaleur absorbée par le calorimètre se composait essentiellement de trois parties: 1° de la chaleur qu'abandonne la vapeur en se refroidissant jusqu'à son point de condensation ; 2° de la

[1] Ueber die specifische Wärme der Dämpfe und ihre Aenderungen mit der Temperatur (Extrait des *Annales Wied.*, octobre 1877).

[2] *Archives*, 1874, t. LI, p. 73.

chaleur latente de vaporisation; 3° de la chaleur qu'abandonne le liquide depuis sa formation jusqu'à ce qu'il ait la température du calorimètre.

En observant alors l'élévation de température du calorimètre correspondant à deux valeurs initiales, différentes, de la température de la vapeur, on obtient la chaleur spécifique moyenne de la vapeur entre ces deux températures.

La chaleur spécifique de la vapeur ne représentant qu'une petite fraction des nombres observés, il s'ensuit qu'une petite erreur dans l'évaluation de ceux-ci doit influencer fortement les résultats.

Mais cette méthode a encore un inconvénient:

Chaque mesure ne donnant que la valeur moyenne de la chaleur spécifique entre les deux températures initiales, et celles-ci devant avoir pour chaque expérience des valeurs aussi différentes que possible, il est clair que l'on ne pourra déterminer aisément les variations de la chaleur spécifique d'une vapeur suivant la température.

J'ai évité ces deux inconvénients en opérant à de faibles pressions et en choisissant pour température initiale du calorimètre une température assez élevée pour qu'aucune condensation ne pût avoir lieu. De cette façon l'élévation de température observée au calorimètre est due uniquement au refroidissement de la vapeur.

L'appareil employé dans ces expériences présente cinq parties principales.

I. Un récipient en laiton destiné à contenir le liquide que l'on veut réduire en vapeur.

II. Un bain de paraffine.

III. Un calorimètre déjà décrit dans le premier travail.

IV. Un condensateur.

V. Un aspirateur (Arzberger'sche Wasserpumpe).

Le fond du récipient présente de fortes cannelures afin d'offrir une plus grande surface de contact à l'eau du bain qui l'entoure ; en sorte que la chaleur absorbée par la formation de la vapeur est restituée presque aussitôt par conductibilité.

A ce récipient est soudé un tube dont le robinet établit ou interrompt à volonté le passage de la vapeur au bain de paraffine. La vapeur acquiert en traversant celui-ci la température voulue et passe dans le calorimètre. Après y avoir abandonné une partie de sa chaleur, elle arrive par un second robinet dans le condensateur.

Celui-ci se compose d'un serpentin que l'on entoure de glace et à l'extrémité inférieure duquel est soudée une sphère creuse destinée à recevoir le liquide condensé.

Un manomètre placé entre le condensateur et le calorimètre sert à mesurer la pression ; enfin un tube muni d'un robinet conduit la vapeur non condensée dans une série de flacons contenant de l'acide sulfurique où elle est complétement absorbée.

Voici comment on procède dans chaque expérience :

Après avoir fermé le robinet placé entre le condensateur et le calorimètre, on fait marcher la pompe.

Le récipient contenant le liquide sur la vapeur duquel on veut opérer est pesé avec soin, puis placé dans le bain qui doit entretenir sa température à peu près constante ; il est en même temps relié au tube conduisant dans le bain de paraffine ; mais pendant ces opérations le robinet du récipient reste fermé.

On ouvre alors le 2me robinet de manière à faire le vide dans le calorimètre et le serpentin du bain de paraffine ;

on observe la température du calorimètre pendant cinq ou dix minutes, puis à un moment donné on ouvre lentement le 1er robinet en observant de nouveau le thermomètre ; enfin après un certain laps de temps on referme le 1er robinet en observant toujours la température du calorimètre, d'abord de demi-minute en demi-minute, puis de minute en minute.

Avant d'ouvrir le 1er robinet et immédiatement après l'avoir fermé on a eu soin d'observer la température du bain de paraffine.

D'après M. Regnault nous pouvons représenter la quantité Q de chaleur qu'il faut communiquer à un gaz pour élever sa température de 0° à t° par la formule :

$$Q = c_0 t + \alpha t^2$$

si l'on désigne par c_0 la chaleur spécifique à 0° et par 2α la variation de celle-ci pour un degré, quantité que l'on déduit immédiatement de l'expérience.

La chaleur spécifique absolue à t° est alors

$$\frac{dQ}{dt} = c_0 + 2\alpha t = c_t.$$

En multipliant la chaleur spécifique absolue d'un gaz par sa densité par rapport à l'air, nous obtiendrons l'équation,

$$c_t' = c_0' + 2\alpha' t$$

dans laquelle $c' t$ représente la chaleur spécifique relative dugaz.

Le tableau suivant contient les valeurs de la chaleur spécifique absolue des différentes vapeurs entre les températures initiales t_1 et t_2.

	Températures initiales		CHALEURS SPÉCIFIQUES						Valeurs moyennes de c entre les températures t′ et t″			
	t_1	t_2	1	2	3	4	5	6	d'après Wiedemann	d'après Regnault	t′	t″
Chloroforme....	117,5	26,9	0,1471	0,1418	0,1415	0,1432	0,1427	0,1453				
	189,8	28,3	0,1512	0,1501	0,1476	0,1486	0,1499	0,1456	0,1573	0,1567	117	228°
Bromure d'éthyle	116,4	27,9	0,1591	0,1639	0,1618	0,1598	......	......				
	189,5	29,5	0,1738	0,1757	0,1736	0,1744	......	......	0,1841	0,1896	77,7	196,5
Benzine........	115,1	34,1	0,2997	0,2936	0,2958	0,3041	0,2941	0,2976				
	179,5	35,2	0,3353	0,3290	0,3364	0,3294	0,3322	......	0,3946	0,3754	116	218
Acetone........	110,1	26,2	0,3476	0,3120	0,3501	0,3434	0,3540	0,3434				
	179,3	27,3	0,3811	0,3718	0,3683	0,3739	0,3733	0,3764	0,3946	0,4125	129	233
Éther acétique..	113,4	32,9	0,3330	0,3421	0,3100	0,33[illegible]4	0,3334	0,3368				
	188,8	34,5	0,3650	0,3733	0,3651	0,3760	0,3715	0,3738	0,4190	0,4008	115	219
Éther.........	111,0	25,4	0,4278	0,4285	0,4256	0,4279	0,4309	0,4322				
	188,8	26,8	0,4585	0,4593	0,4640	0,4683	0,4625	0,4589	0,4943	0,4797	70	220

Résultats.

Nous avons réuni dans le tableau ci-après les valeurs de c_0 et de α que j'ai obtenues pour un certain nombre de vapeurs et celles qui se déduisent des observations de Regnault sur la vapeur du sulfure de carbone.

J'ai mis en regard les valeurs de c_0 et de α des liquides correspondants. Ces dernières valeurs sont tirées des observations de Regnault, à l'exception de celles qui se rapportent à la benzine dont la chaleur spécifique a été mesurée par M. Schuller[1].

Nous ne croyons pas que l'on ait déterminé α pour le bromure d'éthyle :

	VAPEUR		LIQUIDE	
	c_0	α	c_0	α
Chloroforme.......	0,1341	0,0000677	0,23235	0,000050716
Sulfure de carbone..	0,1315	0,0000963	0,23523	0,000081515
Bromure d'éthyle...	0,1354	0,0001780	....	....
Éther............	0,3725	0,0004268	0,52901	0,0002958
Acetone..........	0,2984	0,0003869	0,5064	0,0003965
Ether acétique.....	0,2738	0,0004350	0,52741	0,0005232
Benzine..........	0,2237	0,0005114	0,37980	0,0007200

En comparant pour plusieurs substances les chaleurs spécifiques des vapeurs avec celles des liquides, nous remarquons d'abord qu'à une valeur élevée pour c_0 d'un certain liquide correspond aussi une grande valeur pour c_0 de la vapeur de ce même liquide.

Les variations des chaleurs spécifiques des liquides et celles des vapeurs de ces mêmes liquides sont des quantités de même ordre.

Si le liquide a une chaleur spécifique variant peu sui-

[1] *Ann. de Pogg.* Ergbd. V, p. 127.

vant la température, la chaleur spécifique de la vapeur présentera la même propriété.

Ce parallélisme qui existe entre les chaleurs spécifiques d'un liquide et celles de sa vapeur, résultant de l'égalité des variations de la chaleur spécifique pour les deux états, semble indiquer que ces variations sont l'effet d'un travail *intramoléculaire.*

M. Winkelmann[1] a exposé dernièrement une méthode indirecte pour la mesure de la chaleur spécifique des gaz. Voici quel en est le principe :

D'après M. Maxwell les coefficients de conductibilité étant K_0 et K_t pour les températures O et t ; si l'on désigne par η_0 et η_t les coefficients de frottement et par c_0 et c_t les chaleurs spécifiques du gaz à volume constant aux températures O et t, on a

$K_0 = A\eta_0 c_0$; $K_t = A\eta_t c_t = A\eta_0 c_0 (1 + \alpha t)$ et par conséquent :

$$\frac{K_t}{K_0} = \frac{c_t}{c_0} (1 + \alpha t).$$

Admettons que α ait la même valeur pour tous les gaz et choisissons en un pour lequel, comme pour l'air, c^t soit égal à c_0. Nous déterminerons α d'après les variations de la conductibilité suivant la température, puis connaissant $\frac{K_t}{K_0}$ pour plusieurs gaz nous pourrons calculer $\frac{c_t}{c_0}$.

M. Winkelmann s'est servi de la formule :

$K_t = Cc_t (1 + \beta t)$ dans laquelle C est une constante qui dépend seulement de la nature du gaz et β un coefficient de conductibilité que l'on suppose commun à tous les gaz.

[1] *Ann. de Pogg.* CLIX, p. 177.

Les observations de M. Winkelmann sur l'air et l'hydrogène donnent en effet des valeurs de α très-rapprochées de β ainsi que l'exigeait la théorie de M. Maxwell; mais d'après les expériences de MM. Obermayer, Puluj et d'après les miennes propres α varierait suivant la nature du gaz et suivant la température. Il est donc peu probable que β ait la même valeur pour tous les gaz.

On pourrait, il est vrai, déterminer les valeurs de β pour chaque gaz séparément et en déduire la valeur de $\frac{c_t}{c_0}$, mais les gaz polyatomiques ont une constitution trop complexe et sont encore trop peu étudiés pour que l'on puisse admettre sans autre preuve que $\alpha = \beta$.

Il ne rentrait pas dans le plan de mon travail de faire une critique de la méthode de M. Winkelmann pour la mesure de la conductibilité calorifique des gaz.

Je rappelle seulement ici le fait observé par M. Tyndall[1] que le mouvement des nuages actiniques a lieu dans les gaz raréfiés lorsqu'on en élève la température en un point. Ces mouvements indiqueraient donc l'existence de divers courants qui pourraient influencer les résultats de M. Winkelmann.

[1] Tyndall, Die Wärme betrachtet als eine Art der Bewegung. Deutsche Ausgabe, 3 Aufl. 1877, p. 684.

ANALYSES

DES

DES EAUX DE L'ARVE ET DU RHONE

Par M. L. LOSSIER

Au commencement de cette année, la Commission nommée pour l'examen au point de vue hygénique des eaux de l'Arve, me chargea de procéder aux analyses rigoureuses de ces eaux et de celles du Rhône.

Ce travail devant servir de base au choix de l'eau potable destinée à l'alimentation future de notre ville, avait une importance capitale, non-seulement pour le présent, mais aussi et surtout pour l'avenir; aussi était-il nécessaire qu'il fût fait avec toute la précision dont la chimie moderne est capable.

Dans ce but je me suis d'abord entouré de tous les renseignements et indications qui ont été publiés ces dernières années par les savants les plus compétents sur cette matière.

Les principaux auteurs que j'ai consultés, sont :

R. Frésénius, professeur à Wiesbaden.

Traité d'analyse quantitative, 6me édition.

Dr E. Reichardt, professeur à Iena.

Guide pour l'analyse de l'eau.

Professeur Fleck, à Dresde.

Annuaire de la station chimique pour l'hygiène publique à Dresde, années 72-76.

F. Fischer, à Hannover.

L'eau potable et sa composition.

L. Grandeau, professeur à Nancy.

Analyse des matières agricoles.

J. Lefort, méd. de l'Académie de médecine.

Traité de chimie hydrologique.

Bunsen, professeur à Heidelberg.

Méthodes gazométriques.

Dinglers, Journal polytechnique.

En outre, je dois rendre hommage à mon habile collaborateur *M. Albert Sauer,* ancien élève de Frésénius qui, par son exactitude consciencieuse et son remarquable talent de manipulation, m'a été d'un grand secours.

Les échantillons étaient de 20 litres et furent pris à différentes époques.

Le 10 Janvier : Eau d'Arve naturelle.

Eau d'Arve fournie par la machine hydraulique de Vessy.

20 Janvier : Eau d'une fosse d'essai creusée près de l'Arve (au Bout-du-Monde).

30 Janvier : Eau du Rhône prise au réservoir compresseur de la Machine hydraulique.

19 Avril : Eau du Rhône à sa sortie du lac (Jetée des Pâquis).

30 Mai : Eau de l'Arve naturelle.

Eau d'une source découverte en creusant les fosses d'essai.

Eau de la fosse n° 3.

Eau de la machine hydraulique de Vessy.

31 Mai : Eau du Rhône prise à la Jetée.

Idem prise à la machine hydraulique.

31 Mai : Eau du Rhône prise en dessous de la ville, en face des moulins de Sous-terre.

Je notai la température de l'eau et de l'air ambiant, la pression barométrique et, pour le Rhône, la hauteur du limnimètre.

Dosage des gaz.

La première opération à laquelle je devais procéder immédiatement était la détermination des gaz dissous dans l'eau. Après avoir examiné les diverses méthodes connues, je m'arrêtai à la méthode de Bunsen, à laquelle j'apportai de légères modifications, qui m'ont semblé en rendre l'application plus sûre.

Cette méthode, telle que je l'ai employée, consiste à remplir entièrement de l'eau à analyser et sans laisser de bulles d'air, un ballon de demi-litre, fermé avec un bouchon de caoutchouc traversé lui-même par un tuyau de verre.

Ce dernier est relié au moyen d'un tube de caoutchouc muni d'une pince à une boule en verre à deux tubulures opposées l'une à l'autre.

La seconde tubulure communique avec un seul tube long de $0^m,30$ environ et large de $0^m,02$, que j'appellerai : *récipient.*

Le récipient est fermé des 2 côtés au moyen de pinces à caoutchouc.

Le ballon est rempli d'eau et fermé, puis on met environ 30 c. d'eau ordinaire dans la boule qui le surmonte et on ouvre les communications, 1° entre la boule et le récipient; 2° entre celui-ci et l'air extérieur. Puis on fait bouillir l'eau de la boule pendant environ 10 minutes. On peut alors être certain que cette boule et le récipient

sont entièrement privés d'air et ne contiennent plus que de la vapeur d'eau. On arrête l'ébullition et simultanément on ferme l'ouverture supérieure du récipient.

Par la condensation de la vapeur d'eau, le vide se fait dans l'appareil, on ouvre alors le caoutchouc qui relie la boule au ballon plein d'eau. Ce liquide, par l'effet du vide, abandonne déjà quelques bulles de gaz. On le chauffe doucement avec une lampe à gaz et on entretient l'ébullition en élevant graduellement la température jusqu'à 90° pendant environ 3 heures de temps. Une température supérieure à 90° risquerait de produire une pression inverse et de faire sauter l'appareil.

Au bout de 3 heures, on peut être certain que tous les gaz dissous dans l'eau, sauf pourtant une partie de l'acide carbonique, sont montés dans le récipient. On chauffe alors le ballon un peu plus fort, pour que de grosses bulles de vapeur en se formant fassent monter l'eau jusqu'à l'entrée du récipient, et à ce moment on ferme ce dernier et on l'enlève.

Pour mesurer le gaz on introduit le tube récipient dans la cuve à mercure, et on fait passer son contenu dans un eudiomètre.

Après le refroidissement complet, il se condense toujours une certaine quantité d'eau, qui redissout un peu de gaz, dont on tient compte par le calcul.

On se débarrasse de cette eau qui gênerait dans les opérations ultérieures, au moyen de boulettes de papier buvard qu'on imbibe d'eau bouillie et privée d'air et qu'on serre sous le mercure pour en exprimer autant que possible le liquide. On les fait passer alors dans l'eudiomètre où elles se saturent d'eau et on les retire au moyen d'un fil de platine.

Le volume exact du gaz se prend en faisant plonger l'eudiomètre dans le mercure, jusqu'à ce que le niveau soit le même à l'extérieur et à l'intérieur.

On fait la réduction en tenant compte de la température, de la tension de la vapeur d'eau et de la hauteur barométrique du moment.

Pour enlever l'acide carbonique, on introduit dans l'eudiomêtre, au moyen d'un long fil de platine, une petite boule de potasse caustique qu'on y laisse séjourner quelques heures, puis on fait entrer quelques centimètres cubes de gaz détonnant (oxygène et hydrogène) préparé à la pile, on en détermine l'explosion au moyen d'une étincelle électrique et on observe si le volume du gaz primitif a changé. Le gaz détonant ajouté a naturellement disparu.

Comme on sait que le gaz à analyser contient dans tous les cas de l'oxygène, si, après l'explosion, le volume total primitif avait diminué, on en déduirait la présence d'une certaine quantité d'hydrogène facile à calculer.

Après cette opération on introduit quelques centimètres cubes d'hydrogène pur (préparé à la pile), on fait de nouveau détonner puis on observe la diminution de volume. Si cette diminution correspond exactement à l'équivalent en oxygène de la quantité d'hydrogène ajouté, il peut encore rester de l'oxygène libre et il faut répéter l'opération.

On essaie, au moyen d'une boule de potasse, s'il ne s'est pas, pendant ces explosions, reformé un peu d'acide carbonique qui indiquerait la présence de gaz des marais, après quoi on calcule la quantité d'hydrogène qui doit rester et par différence l'azote.

J'ai aussi déterminé l'oxygène en le faisant absorber

par des boulettes de papier imbibées d'acide pyrogallique, mais les résultats étaient moins réguliers que par l'explosion.

Il va sans dire que pour chaque notation de volume il faut faire les corrections relatives à la température, pression, etc...

J'ai répété ces opérations plusieurs fois sur chaque eau, et toujours obtenu une coïncidence remarquable entre les résultats pour l'azote et l'oxygène.

L'acide carbonique n'a pu être déterminé ainsi, parce que, quoi qu'on fasse et malgré une ébullition prolongée, il en reste toujours une certaine quantité à l'état de bicarbonate dans l'eau.

Pour déterminer la quantité totale d'acide carbonique, j'ajoutais à l'eau un peu de chlorure de calcium, puis je chauffais à 80° environ, pour hâter la précipitation du carbonate de chaux. Dans ce sel séparé par filtration, je dosais par les méthodes ordinaires l'acide carbonique combiné.

L'acide carbonique libre a été titré par la méthode Pettenkofer avec de l'eau de baryte.

Je crois inutile de décrire ici les méthodes employées pour la détermination de la silice, chaux, magnésie, soude, acide sulfurique et chlore. Ces méthodes qui sont à peu près les mêmes dans tous les laboratoires donnent, lorsqu'elles sont conduites avec soin, des résultats d'une grande exactitude, et cela sans présenter dans leur application des difficultés particulières.

Il n'en est pas de même des composés azotés, nitrites, nitrates et sels ammoniacaux.

Dosage de l'acide nitrique.

Pour les acides nitrique et nitreux (que d'ailleurs je n'ai pas cru nécessaire de séparer l'un de l'autre) j'ai essayé la méthode d'Harcourt, qui consiste à transformer, au moyen de l'hydrogène naissant les acides cités plus haut en ammoniaque.

Soit que par elle-même cette méthode présente des causes d'erreur, soit que peut-être je ne l'aie pas employée avec toutes les précautions nécessaires, elle ne m'a pas donné de résultats concordants et j'ai dû y renoncer[1].

Le procédé de Frésénius par lequel on détermine l'acide nitrique, en faisant agir celui-ci sur un sel de protoxyde de fer, m'a donné par contre d'excellents résultats[2].

Dosage de l'ammoniaque.

L'ammoniaque dont la détermination est de la plus grande importance pour l'appréciation d'une eau potable, se trouve dans les eaux du Rhône et de l'Arve en quantités excessivement faibles, aussi ce dosage nécessitait-il les plus grandes précautions.

Je prenais à cet effet 5 ou 6 litres d'eau auxquels j'ajoutais un peu d'acide sulfurique pour fixer l'ammoniaque. Après quoi je faisais évaporer le tout dans une cornue

[1] Je trouve dans la dernière édition allemande de l'*Analyse quantitative* de R. Frésénius, vol. I, page 525, que plusieurs chimistes ont déjà rejeté cette méthode comme défectueuse. Frésénius luimême dit qu'il a obtenu d'assez bons résultats, mais qu'il ne peut cependant pas garantir qu'elle soit bonne dans tous les cas.

[2] L'opération doit se faire, pour être exacte, dans une atmosphère d'acide carbonique, entièrement privée d'air et d'oxygène, et l'on dose le peroxyde de fer formé, au moyen d'une solution titrée de protochlorure d'étain.

fermée (pour éviter tout accès de l'air extérieur) jusqu'à un faible résidu liquide.

J'ajoutais alors à ce dernier une certaine quantité de soude caustique destinée à chasser l'ammoniaque de ses sels, je portais le mélange à l'ébullition et recueillais les produits de la distillation (préalablement condensés dans un réfrigérant de Liebig) dans un appareil à boules Will et Warrentrapp contenant de l'eau acidulée d'acide chlorhydrique.

Je déterminais enfin le chlorhydrate d'ammoniaque formé dans cet appareil, en le précipitant et le pesant à l'état de chlorure ammoniaco-platinique.

Matières organiques.

Ces matières n'ont malheureusement pas, jusqu'à présent, été suffisamment étudiées ; il n'existe même pas de méthode pour en déterminer la quantité exacte. Aussi les procédés employés pour s'en rendre quelque peu compte, varient considérablement suivant les auteurs, et reposent tous, plus ou moins, sur des hypothèses.

Il ne peut donc être question ici d'un dosage exact. Le professeur Fleck, de Dresde, admettait, il y a quelques années, que les substances organiques, provenant de décompositions antérieures, et pouvant avoir une influence pernicieuse sur la santé, réduisaient à l'état métallique l'argent contenu dans une solution alcaline, etc., que les eaux potables pouvaient de cette façon être comparées entre elles suivant la quantité d'argent précipité dans cette opération.

Il a plus tard lui-même reconnu que cette hypothèse n'était pas exacte.

La méthode la plus généralement employée, bien

qu'elle soit loin de donner des résultats même satisfaisants, est celle de Kubel, qui consiste à déterminer la quantité de substances organiques oxydables par la quantité de permanganate de potasse qu'elles peuvent décolorer. C'est le procédé que j'ai employé et cela de la façon suivante : J'ajoute à $^1/_2$ litre de l'eau à essayer 5^{cc} d'acide sulfurique et 10^{cc} d'une solution titrée de permanganate de potasse contenant $^1/_{100}$ d'équivalent (soit gr. 0,3162) de ce sel par litre. Je porte le tout à l'ébullition, que j'entretiens pendant 10 minutes, temps nécessaire pour être certain que toutes les substances oxydables ont subi l'influence du permanganate, puis j'ajoute 20^{cc} d'une dissolution titrée d'acide oxalique et je titre l'excès de cette dernière solution par le permanganate.

Kubel admet que 1 milligr. de permanganate représente 5 milligr. de substance organique. C'est sur ces bases que j'ai calculé la quantité de substances organiques indiquée dans le tableau, mais je le répète, ceci n'est pas une détermination exacte et si, à mon grand regret, je suis obligé de la donner ainsi, c'est bien faute de mieux.

Pour la recherche des substances rares, j'ai soumis les résidus d'évaporation des eaux à l'analyse spectrale, qui m'a indiqué la présence de la strontiane dans l'eau d'Arve. Cependant je n'ai pas réussi à isoler ce corps.

Je dois ajouter que toutes ces opérations ont été faites au moins deux fois et qu'aucun résultat n'a été inscrit, sans avoir été contrôlé.

Calcul des analyses.

L'analyse ne donne pas les sels dissous dans l'eau, mais seulement les éléments de ces sels, c'est-à-dire les

bases et les acides. Il faut donc, au moyen du calcul, assembler les quantités équivalentes de bases et d'acides pour en faire des sels.

Ce calcul des analyses est à mon avis inutile, car jusqu'à présent nos connaissances ne nous permettent pas de déterminer d'une façon positive la manière dont les bases et les acides se combinent, la question des affinités chimiques étant encore loin d'être résolue.

Je préférerais donc indiquer les résultats directs de l'analyse dont je suis sûr, que de les présenter sous forme de combinaisons, dont je ne suis pas sûr du tout.

Cependant comme c'est un usage généralement répandu, j'ai fait deux tableaux, l'un représentant les résultats directs de l'analyse et l'autre les sels calculés d'après les principes fixés par Frésénius.

Les résultats obtenus ainsi diffèrent passablement de ceux qui ont été publiés par d'autres auteurs, notamment par Ste-Claire-Deville.

Ce chimiste indique en particulier la présence de l'alumine dans l'eau du Rhône. Or, ni moi, ni M. Sauer, nous n'avons pu en découvrir. Nous avons même, comme contre-épreuve, ajouté à l'eau du Rhône, une quantité de sulfate d'alumine équivalant au poids indiqué par Deville, et trouvé au bout de 3 jours que l'alumine s'était *entièrement* séparée.

Quant au groupement des sels, après avoir cherché assez longtemps de quelle façon on pourrait s'en rendre compte, j'ai réussi à faire quelques expériences dont les résultats, bien qu'ils ne soient pas à l'abri de toute objection, éclaircissent cependant la question dans une certaine mesure et ont confirmé le mode de groupement de Frésénius.

Dans ces essais, j'ai cherché à reconnaître les sels, tels qu'ils se trouvent dans l'eau par la forme de leurs cristallisations.

Ce procédé a été déjà indiqué et pratiqué par plusieurs chimistes, en particulier Fischer et Reichardt.

Ce dernier recommande de faire évaporer à chaud ou à froid, une goutte d'eau sur un porte-objet et d'examiner le résidu au microscope. Ce mode d'agir présente le grave inconvénient que les dépôts et cristallisations se superposent et se nuisent mutuellement.

Pour éviter autant que possible cette superposition des cristaux, j'ai fait évaporer l'eau en grande quantité, 200^{cc} dans un verre à précipité de forme haute. C'était de l'eau du Rhône prise aux conduites d'eau de la ville, et parfaitement limpide.

Cette évaporation ne s'est pas faite à chaud, mais à la température ordinaire, en l'activant par la présence d'une grande quantité de chlorure de calcium sec et par une diminution de pression.

L'évaporation entièrement terminée (ce qui dura 16 jours), je coupai le verre du haut en bas en bandes, que je portai sous le microscope, et pus ainsi, avec un grossissement moyen, examiner les cristallisations et reconnaître facilement les différents sels ainsi que l'ordre dans lequel ils s'étaient séparés de la dissolution.

Les cristallisations étaient d'une netteté parfaite et suffisamment distinctes les unes des autres pour qu'on puisse, sans trop de difficultés, faire agir les réactifs sur quelques-unes d'entre elles et contrôler ainsi les indications données par la forme des cristaux.

Le carbonate de chaux s'est tout d'abord précipité en petits rhomboèdres qui ne se sont fixés qu'en faible quan-

tité contre les parois du verre, la plus grande partie s'étant déposée au fond.

On reconnaît facilement dans l'ordre de leur solubilité, le *sulfate de chaux*, le *carbonate de magnésie*, le *chlorure de sodium* et le *sulfate de soude*.

Je n'ai pu constater nulle part la présence de cristaux ressemblant au sulfate de magnésie, indiqué aussi par Ste-Claire-Deville.

Résidu d'évaporation.

Si dans le tableau donnant les résultats de l'analyse, on compare la somme des sels avec le résidu obtenu par évaporation, on trouvera toujours ce dernier un peu plus faible.

Cette différence s'explique très-bien, par le fait que pendant la dessiccation du résidu il se produit des transformations et substitutions qui entraînent toujours la perte d'une petite quantité de substances volatiles. Cette quantité ne peut pas se déterminer d'une manière exacte, parce qu'elle est essentiellement variable. Tantôt c'est le carbonate de magnésie qui se transforme *en partie* en carbonate basique, tantôt ce sont les substances organiques qui sont plus ou moins volatiles, peut-être y a-t-il encore d'autres causes. En somme le poids du résidu sec ne peut être considéré comme une donnée exacte, et n'a pour cette raison qu'une importance secondaire.

Degré hydrotimétrique.

Ce degré a été déterminé par la méthode de Boutron et Boudet avec une dissolution alcoolique de savon.

Si le degré hydrotimétrique doit servir de point de

comparaison pour la dureté de l'eau, c'est-à-dire pour la quantité de sels incrustants en dissolution, il a besoin d'une correction relative à l'acide carbonique libre. Ce dernier en effet, bien que gazeux, décompose le savon, ce qui fait paraître beaucoup plus dure qu'elle n'est réellement, une eau très-chargée d'acide carbonique.

J'ai représenté ce titre hydrotimétrique corrigé, au-dessous du titre directement obtenu.

Examen microscopique.

La recherche des organismes infiniment petits qui se trouvent toujours dans les eaux, même les plus pures, sera d'une importance majeure pour l'appréciation d'une eau potable.

J'ai pensé que mon travail devait, pour être complet, comprendre aussi ce genre d'observations.

J'ai pour cela examiné pendant 2 mois, à peu près journellement, l'eau du Rhône, au microscope. La plupart de ces observations n'ont donné aucun résultat, c'est-à-dire que la goutte d'eau portée sous le microscope ne contenait rien qui fut digne de remarque. A trois reprises j'ai trouvé de gros infusoires et quelquefois des grains de fécule et de petites diatomées.

Le résidu des 200^{cc} d'eau évaporée à froid, dont j'ai parlé plus haut, contenait un assez grand nombre de diatomées appartenant toutes au genre des cyclotelles, puis quelques spicules d'éponge et enfin un certain nombre de corpuscules ronds et piriformes qui ne sont probablement que des grains de fécule. Ils étaient, du reste, en partie incrustés dans les sels cristallisés et par cela même assez difficiles à reconnaître.

Remarques.

Les eaux qui ont servi aux analyses ont été prises dans différentes saisons, comme l'indiquent les dates, et les différences sensibles qu'on observe dans les résultats sont une conséquence naturelle des variations de la température, du débit de l'eau, de la quantité plus ou moins grande d'eau de pluie tombée durant les quelques jours qui ont précédé la prise d'échantillon, etc...

Le chiffre indiqué à la fin du premier tableau pour les substances organiques de l'eau du Rhône prise à la machine hydraulique, provient d'une détermination spéciale de ces substances, sur un échantillon d'eau pris à la machine en même temps que l'échantillon destiné à l'analyse complète était pris vers la jetée.

L'eau N° XIII (puisée par la pompe à vapeur) se compose, comme il est facile de le voir en comparant les analyses IX et XII, de parties à peu près égales d'eau d'Arve et d'eau de source

96 eau d'Arve
sur 94 eau de source.

Ce rapport n'est cependant pas rigoureusement le même pour chaque substance. Ceci n'a rien qui doive surprendre, car l'eau d'Arve qui se trouve dans le mélange N° XIII est filtrée, et si l'influence de la filtration n'est pas bien considérable, elle existe cependant et on s'en rend compte en calculant d'après les analyses XII et XIII ce que doit être l'eau d'Arve quand elle arrive à travers les sables et graviers dans la fosse. Ce sont les résultats de ce calcul qui se trouvent dans la colonne XI.

Sables d'Arve.

La nature des terrains de filtration pouvant avoir une influence marquée sur la composition de l'eau filtrée, j'ai dû faire aussi quelques analyses des graviers et terrains du bord de l'Arve.

Je reçus d'abord deux échantillons, l'un d'un petit gravier qui forme les couches moyennes des fosses creusées au Bout-du-Monde, et l'autre d'une terre arable se trouvant à côté de la fosse 6.

Plus tard, je reçus un nouvel échantillon de gravier provenant de la fosse 3.

Les trois analyses n'ont pas été faites toutes de la même façon.

Les deux premières substances ont été complétement désagrégées pour l'analyse, la 3me, par contre, a été simplement attaquée à l'acide chlorhydrique froid, et la partie insoluble seulement indiquée sous ce titre.

En outre, les deux premières analyses ayant été faites avant l'examen spectroscopique des eaux, j'ignorais encore la présence de la strontiane, c'est pourquoi elle ne se trouve indiquée que dans la 3me analyse.

Un fait assez curieux a été observé sur du sable pris dans la fosse N° 4.

M. Süskind avait remarqué que ce sable présentait au toucher une certaine viscosité.

Je le traitai d'abord par l'eau bouillante qui, filtrée et évaporée laissait un résidu jaune. Celui-ci, composé de sels potassiques et d'une matière organique carburée, chauffé au rouge répandait une odeur de tartre brûlé.

Le même sable traité de nouveau par l'alcool froid lui

abandonna également une petite quantité d'une matière organique qui se carbonisait au feu, en donnant une odeur particulière, analogue à celle du caoutchouc brûlé.

L'eau dont étaient humectés les grains de sable fut en outre examinée au microscope, à un fort grossissement, et j'ai pu voir alors distinctement parmi les plus petits grains de sable, une grande quantité de cellules d'algues agglomérées, parmi lesquelles se mouvaient des vibrions et bactéries de la plus petite espèce et dont les plus longs ne dépassaient pas 4 millièmes de millimètre.

Genève, le 30 Juin 1876.

Analyse du gravier pris le 7 juin dans la fosse 3 du Bout-du-Monde.

Chaux	24,034
Strontiane	0,573
Magnésie	0,456
Protoxyde de fer	0,532
Alumine	0,806
Acide phosphorique	0,082
Acide carbonique	19,752
Potasse	0,214
Substances organiques	0,451
Eau combinée	0,321
Résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique froid	53,129
	100,350

Analyses comparatives des eaux de l'Arve et du Rhône.

	I **Rhône** Eau prise à la Machine hydraulique 30 janv. Températ. de l'air +3,8 de l'eau +6,6 Barom. 729 Limnim 123	II **Rhône** Eau prise à la Jetée 21 avril Températ. de l'air +7,°2 de l'eau +9°7 Barom. 732 Limn. 126,5	III **Rhône** Jetée 31 mai Températ. de l'air 20,°5 de l'eau 9°,5 Barom. 729 Limn. 169,5	IV **Rhône** Machine hydraulique 31 mai Températ. de l'air 20°,5 de l'eau 10° Barom. 729 Limn. 169,5
Gaz dissous (cent. cubes par litre) réduits à 15° et 760mm				
Oxygène.................	10.38	9.28	4.98	5.62
Azote....................	17.16	17.74	13.71	13.67
Acide carbonique libre	4.61	0.09	12.51	12.06
Total des gaz.............	32.15	37.75	31.20	31.35
Substances solides en dissolution dans un litre d'eau (grammes)				
Chlor. de sodium et de potass.	0.002299	0.001813	0.001731	0.001895
Sulfate de soude...........	0.013723	0.004763	0.021613	0.024721
Sulfate de chaux...........	0.051238	0.059411	0.042398	0.041697
Nitrate de chaux...........	0.000548	0.002449	0.000698	0.000364
Carbonate de chaux.	0.066102	0.064108	0.083757	0.084833
Carbonate de magnésie	0.019674	0.022474	0.023121	0.022701
Silice....................	0.004000	0.003900	0.001800	0.002200
Matières organiques........	0.014929	0.014530	0.007462	0.008658
Total.....................	0.172513	0.173148	0.182880	0.187069
Résidu pesé...............	0.168800	0.167600	0.179700	0.183700
Résultats directs de l'Analyse				
Silice....................	0.004000	0.003900	0.001800	0.002200
Chaux....................	0.058400	0.061200	0.064600	0.064800
Magnésie.................	0.009369	0.010702	0.013153	0.010810
Soude et traces de potasse. .	0.007211	0.003041	0.010354	0.011798
Acide sulfurique	0.037871	0.037631	0.037116	0.038455
Chlore...................	0.001395	0.001100	0.001050	0.001150
Acide nitrique et nitreux....	0.000361	0.001613	0.000460	0.000240
Acide carbonique (combiné) *.	0.078806	0.080064	0.098242	0.098234
id. id. (libre).....	0.008597	0.018468	0.023336	0.022500
Matières organiques........	0.014929	0.014530	0.007462	0.008658
Ammoniaque..............	0.000065	0	0	traces
			0	0
Degré hydrotimétrique......	17 5	19	19	19.5
Id. de l'eau débarrassée d'acide carbonique.........	13.5	14.5	14.5	15

* Les chiffres de cette série donnent l'acide carbonique combiné à l'état de bicarbonates, c'est-à-dire en quantité double de celui qui est compris dans les carbonates de chaux et de magnésie, indiqués plus haut.

Analyses comparatives des eaux de l'Arve et du Rhône.

	V **Rhône** Jonction 31 mai Températ. de l'air 20°,5 » l'eau 10°,5 Barom. 729 Limn. 169,5	VI **Arve** Eau prise dans les tranchées du Bout-du-Monde 20 janvier Températ. de l'air + 3,8 de l'eau + 2,5 Barom. 739	VII **Arve** Eau prise dans le lit de la rivière à Vessy 10 janvier Températu^re^ id. Baromètre..	VIII **Arve** Eau prise à la Machine hydraulique de Vessy 10 janvier de l'air + 4° de l'eau + 4° 731,8
Gaz dissous (cent. cubes par litre) réduits à 15° et 760^{mm}				
Oxygène..................	3.83	9.28	10.41	9.67
Azote....................	14.81	17.74	18.68	15.11
Acide carbonique libre......	14.42	0.09	26.34	21.13
Total des gaz.............	33.06	27.11	55.43	45.91
Substances solides en dissolution dans un litre d'eau (grammes)				
Chlor. de sodium et de potass.	0.002222	0.007253	0.006923	0.006923
Sulfate de soude	0.031297	0.003198	0.002099	0.001840
Sulfate de chaux..........	0.031312	0.034469	0.085544	0.084799
Nitrate de chaux..........	0.000273	0.001828	0.001606	0.000821
Carbonate de chaux........	0.090015	0.170485	0.113045	0.113405
Carbonate de magnésie.....	0.020206	0.027810	0.021340	0.020475
Silice....................	0.001200	0.005000	0.005000	0.003800
Matières organiques........	0.011196	0.018213	0.022692	0.017914
Total	0.187721	0.268256	0.258249	0.249977
Résidu pesé...............	0.184200	0.267800	0.249500	0.248150
Résultats directs de l'Analyse				
Silice....................	0.001200	0.005000	0.005000	0.003800
Chaux	0.063400	0.110750	0.100350	0.098300
Magnésie..................	0.009622	0.013243	0.010162	0.009750
Soude et traces de potasse...	0.014840	0.005241	0.004587	0.004461
Acide sulfurique	0.036051	0.022077	0.051502	0.050918
Chlore....................	0.001350	0.004400	0.004200	0.004200
Acide nitrique et nitreux....	0.000180	0.001206	0.001058	0.000541
Acide carbonique (combiné)*.	0.100390	0.179148	0.121818	0.121244
id. id. (libre).....	0.026900	0.000171	0.049091	0.039378
Matières organiques........	0.011196	0.018213	0.022692	0.017914
Ammoniaque	0.000019	0.000084	0.000045	0.000046
Degré hydrotimétrique	19.5	31	31.5	30.5
Id. de l'eau débarrassée d'acide carbonique.........	15	22	20	20

Analyses comparatives des eaux de l'Arve et du Rhône.

	IX **Arve** Eau naturelle 30 mai Températ. de l'air 15°,2 de l'eau 11 Barom. 729	X **Arve** Machine de Vessy 30 mai Températ. de l'air 15°,2 de l'eau 11° Barom. 729	XI **Arve** Eau filtrée dans la Fosse 2 Analyse calculée	XII **Source** du Bout-du-Monde 30 mai Températ. de l'air 15°2 de l'eau 9°3 Barom. 729	XIII **Fosse 2** Pompe à vapeur 30 mai Températ. de l'air 15°2 de l'eau 9°3 Barom. 723
Gaz dissous (cent. cubes par litre) réduits à 15° et 760mm					
Oxygène	4.14	6.28	4.19	7.37	5.78
Azote..........	14.24	13.83	13.57	15.71	14.63
Acide carb. libre.	5.29	6.27	5.11	3.11	4.11
Total des gaz....	23.67	26.38	22.87	26.19	14.52
Substances solides en dissolution dans un litre d'eau (grammes)					
Chl. de sod. et pot.	0.002222	0.002222	0.002222	0.002222	0.002222
Sulfate de soude.	0.016030	0.015588	0.017498	0.036324	0.026911
Sulfate de chaux.	0.015691	0.016005	0.017323	0.022161	0.019742
Nitrate de chaux.	0.000592	0.000637	0.000607	0.001943	0.001275
Carbon. de chaux.	0.089327	0.087487	0.089378	0.207878	0.148628
Carbon. de magn.	0.019221	0.019320	0.019975	0.038715	0.029360
Silice..........	0.001800	0.001600	0.002400	0.001200	0.001800
Matières organiq.	0.024483	0.022094	0.022082	0.020602	0.021348
Total..........	0.169366	0.164953	0.171485	0.331075	0.251286
Résidu pesé.....	0.168750	0.164600	0.163450	0.330950	0.247200
Résultats directs de l'Analyse					
Silice..........	0.001800	0.001600	0.002400	0.001200	0.002400
Chaux.........	0.056700	0.055800	0.057400	0.126200	0.057400
Magnésie.......	0.009153	0.009200	0.009512	0.018450	0.009512
Soude et tr. de pot.	0.008315	0.007981	0.008815	0.017035	0.008815
Acide sulfurique.	0.018120	0.018197	0.020060	0.033500	0.020060
Chlore.........	0.001350	0.001350	0.001350	0.001350	0.001350
Acide nit. et nitr.	0.000390	0.000420	0.000400	0.001280	0.000400
Ac. carb. (comb.)*	0.098716	0.097570	0.099580	0.223520	0.099580
id. id. (libre)..	0.009850	0.011720	0.009510	0.005700	0.009510
Matières organiq.	0.024483	0.022094	0.022082	0.020602	0.022082
Ammoniaque....	traces	traces		0.000076	
Strontiane......	traces	traces		0	
Degré hydrotim..	18	17.5	18	38	27.5
Id. de l'eau débarrassée d'ac. c.	13.5	13	13.5	27	20

Analyses comparatives des eaux de l'Arve et du Rhône

	GRAVIER DU BORD DE L'ARVE 19 avril	TERRE ARABLE DU BORD DE L'ARVE 19 avril
Silice	51.126	57.809
Alumine et acide phosphorique	5 006	6.321
Oxyde de fer	0.840	3.070
Chaux	19.582	12.759
Magnésie	1.961	2.098
Acide sulfurique	0.209	0.416
Id. carbonique	16.050	9.490
Potasse et soude (traces)	2.960	3.820
Matière organique eau et perte	2.266	4.217
	100.000	100.000

Analyses partielles

	Pompe Gaudillon	Fosse 5	Fosse 6
	19	avril	
	Température	de l'air	7°,6
	id.	de l'eau d'Arve	7°,5
	id.	des eaux du puits	8°,7
Résidu d'évaporation	0.3167	0.3693	0.2406
Chaux	0.0930	0.0910	0.1066
Acide sulfurique	0.0341	0.0253	0.0338
Matières organiques	0.0241	0.0702	0.0240

Eaux du Rhône prises devant la Machine hydraulique.......... 21 avril

Matières organiques.................................. 0.016421

Ammoniaque.................................. traces appréciables.

L. Lossier.

Genève, le 3 mai 1877.

RÉSUMÉ DE RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

FONCTION RESPIRATOIRE A DIVERSES ALTITUDES

PAR

M. le Dr W. MARCET[1]

(Lu à la Société Royale de Londres, 19 mars 1878)

Ces recherches ont été entreprises dans le but d'étudier la manière dont s'accomplit la fonction respiratoire de l'homme à différentes altitudes et dans les diverses circonstances qui peuvent se présenter pendant les excursions alpestres. Ce travail qui m'a occupé pendant les trois dernières saisons d'été, a été exécuté aux stations suivantes :

1° Le village d'Yvoire, situé au bord du lac de Genève, à 1230 pieds au-dessus du niveau de la mer.

2° L'hospice du Grand St-Bernard, à 8115 pieds d'élévation.

3° L'hôtel du Riffel (Zermatt), à 8428 pieds.

4° La cabane du col de St-Théodule, à 10899 pieds.

5° Le sommet du Breithorn (chaîne du Mont-Rose), à 13685 pieds.

[1] L'article que nous donnons ici est une traduction abrégée du mémoire.

Un intéressant mémoire de M. Mermod sur l'effet physiologique dû à la diminution de pression atmosphérique, a déjà paru dans le *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles* (en Septembre 1877). L'auteur de ce travail avait choisi pour lieux d'observation, d'une part la ville de Strasbourg dont l'altitude est de 124 mètres, et d'autre part une localité du nom de Ste-Croix, située à 1100 mètres au-dessus de la mer. Ses expériences, dont 35 se rapportent à la première de ces stations et 32 à la seconde, l'avaient amené à constater que les quantités tant absolues que relatives d'acide carbonique exhalé par les poumons augmentent avec l'altitude du lieu d'observation, tandis que la fréquence respiratoire soit la rapidité de l'acte respiratoire reste sensiblement la même.

Mes propres résultats s'accordent en général avec ceux de M. Mermod, sauf, toutefois, en ce qui concerne la fréquence respiratoire; mais il est à remarquer que nous n'avons pas opéré dans des circonstances absolument semblables. Tandis que M. Mermod résidait pendant deux ou trois mois de suite dans chaque station, je ne séjournais guère moi-même à chacune des miennes que le temps nécessaire aux expériences, à l'exception cependant d'Yvoire, où je réside habituellement pendant les mois d'été.

Je me suis transporté à trois reprises différentes au sommet du Breithorn avec mes instruments, et lors des deux dernières ascensions je suis resté sur le sommet pendant plus de cinq heures consécutives.

En 1875, j'ai fait un premier séjour de huit jours au St-Théodule et pendant l'été dernier j'y ai de nouveau passé trois jours dont un consacré à l'ascension du Breithorn. Enfin j'ai résidé pendant trois jours au Grand St-Bernard et le même temps au Riffel.

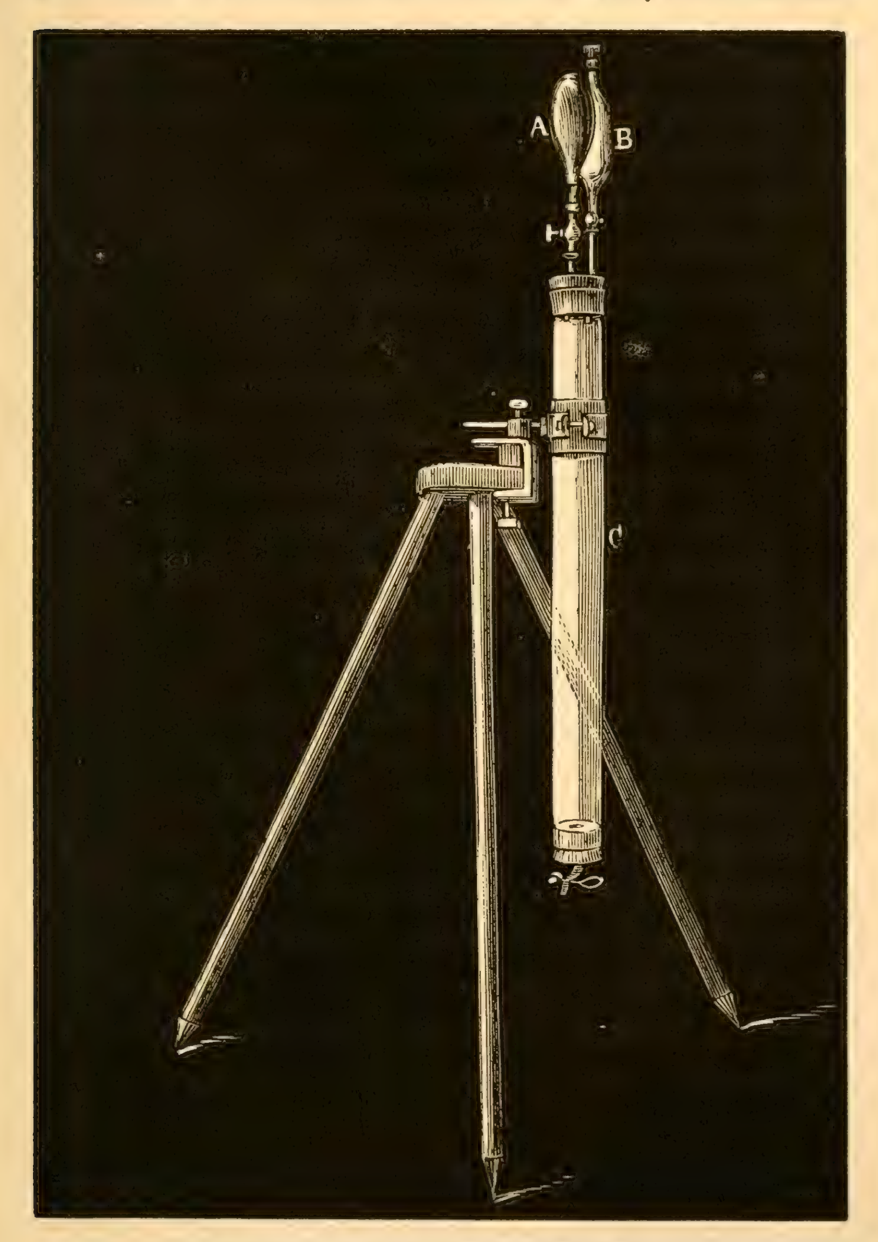
Le nombre total de mes expériences s'élève à cent-onze, se rapportant soit à la quantité d'acide carbonique exhalé, soit au volume d'air émis à chaque expiration, soit enfin au nombre d'expirations effectuées dans un temps donné.

J'ai adopté pour le dosage de l'acide carbonique un procédé basé sur la méthode bien connue de Pettenkofer. Toutefois il a fallu modifier quelque peu le mode habituel d'application de cette méthode, afin de l'adapter aux circonstances spéciales dans lesquelles il s'agissait de l'employer.

L'air à analyser est préalablement expiré des poumons dans un sac en caoutchouc épais, au moyen d'un appareil qui sera décrit ci-après. On fait ensuite passer cet air dans un long tube de verre de la capacité de 1 $^1/_2$ litre (voyez la figure) fixé sur un trépied et fermé aux deux bouts par des bouchons en caoutchouc munis de tubulures à robinets. Le transvasage s'opère par voie d'aspiration, en remplissant d'abord le grand tube d'eau salée presque saturée[1] que l'on fait écouler par l'orifice inférieur après avoir fixé le col du sac sur l'une des tubulures de l'orifice supérieur du tube. Ce dernier, dont la capacité est connue, se remplit ainsi d'un volume déterminé d'air. En ayant soin de refroidir convenablement le sac avant d'effectuer le transvasage, on est assuré que l'air aspiré dans le tube est à la même température que celui du sac. Lorsque cette première opération est terminée, on enlève le sac et on le remplace par un petit ballon en caoutchouc qui s'adapte à la même tubulure et qui sert, ainsi qu'on va le voir, de réservoir de dérivation, soit de *diverticulum.*

[1] L'emploi de l'eau salée avait pour but d'éviter l'absorption de l'acide carbonique pendant l'aspiration. J'ai constaté par la suite que l'on peut aussi sans inconvénient faire usage d'eau distillée.

Il s'agit, en effet, d'introduire dans le tube cent centimètres cubes d'une solution normale de baryte, contenue



EXPLICATION DE LA FIGURE

A Sac en caoutchouc fonctionnant comme diverticulum.
B Pipette débitant 100 cent. cubes de liqueur de Baryte.
C Tube à analyser l'air, d'une capacité de 1,5 litre

dans une pipette fixée au bouchon supérieur du tube et que l'on peut faire couler à volonté en ouvrant un robinet. Ce liquide, en tombant dans le tube, y déplace nécessairement une certaine quantité d'air dont la pression gênerait l'écoulement sans la présence du diverticulum dont on ouvre à ce moment le robinet de communication. Dès que les cent centimètres de liqueur de baryte ont passé dans le tube, on referme le robinet du *diverticulum*. On enlève ensuite le tube du trépied et on l'agite en le retournant à plusieurs reprises, afin d'activer l'absorption de l'acide carbonique, puis on rétablit la communication avec le diverticulum que l'on comprime fortement en l'enroulant sur lui-même, de manière à chasser dans le tube tout l'air qu'il renferme. Cela fait, on referme de nouveau le robinet du diverticulum et l'on agite encore le tube pour opérer la complète absorption de tout l'acide carbonique. Il ne reste plus ensuite qu'à recueillir dans un flacon tout ou partie du liquide laiteux résultant de cette absorption et destiné à être analysé plus tard au moyen d'une liqueur titrée d'acide oxalique.

Quant à l'air issu des poumons, je le recueillais en respirant dans le sac au travers d'un masque ori-nasal que j'appliquais hermétiquement contre ma figure. Ce masque est muni de deux tubulures armées de soupapes dont le jeu permet l'entrée de l'air extérieur pendant l'inspiration et son refoulement dans le sac à chaque expiration.

La respiration est un peu ralentie et rendue un peu plus profonde par la présence de ce masque, mais comme il a été employé dans toutes mes expériences, celles-ci n'en sont pas moins comparables sous le point de vue de la fréquence respiratoire.

RÉSULTATS

1° *Influence de la nourriture sur la quantité d'acide carbonique expirée à diverses altitudes.*

Le fait que la nourriture augmente la quantité d'acide carbonique expiré est bien connu. C'est du reste ce qui ressort clairement du tableau suivant dans lequel j'ai inscrit les quantités d'acide carbonique expirées par minute, mesurées d'heure en heure après un repas, à une altitude moyenne de 10292 pieds.

Temps écoulé depuis le repas	Altitude moy^ne 10292 pieds co^2 expiré par minute	Nombre des observations.	Température moyenne de l'air	Altitude moy^ne 1230 pieds co^2 expiré par min^te	Nombre des observations.	Température moyenne de l'air
de 0 à 1 h.	0,478	5	57°,7 F.	0,434	6	56°, F.
» 1 » 2 »	0,455	10	48°,1	0,447	4	57°
» 2 » 3 »	0,436	11	46°,9	0,413	11	58°
» 3 » 4 »	0,440	5	46°,7	0,392	6	58°,6
» 4 » 6 »	0,431	8	46°,2	0,396	4	60°,3

Ainsi dans les expériences faites sur les montagnes, à des hauteurs différentes, dont la moyenne était de 10292 pieds, le maximum de la quantité d'acide carbonique expiré a lieu dans la première heure qui suit le repas et le minimum entre la quatrième et la sixième heure. Il se manifeste une légère recrudescence d'acide carbonique exhalé pendant la quatrième heure, mais cette légère augmentation qui ne s'élève qu'à 4 mgs tient probablement à une cause indépendante de la nourriture.

Aux stations inférieures dont l'altitude moyenne était de 1230 pieds, le maximum a lieu deux heures après le repas. On remarque également une augmentation de 4 mgs entre la quatrième et la sixième heure après le repas, augmentation qu'il faut probablement aussi attribuer à une cause indépendante de la nourriture.

Ce tableau montre certainement que l'ingestion de la nourriture augmente temporairement la quantité d'acide carbonique expiré, fait qui a déjà été bien établi par les expériences d'Édouard Smith [1]. Je trouve comme lui que le maximum de la quantité d'acide carbonique expiré a lieu pendant les deux premières heures après le repas.

2° *Quantité d'acide carbonique expiré et fréquence respiratoire à diverses altitudes.*

Afin de neutraliser cette influence de la nourriture, je répétais mes expériences à différents moments de chaque journée entre les deux principaux repas. Il n'y a donc nullement à craindre que la nourriture prise ait eu un effet appréciable sur les résultats de mes recherches relatives à l'influence de l'altitude sur la respiration. Je dois ajouter cependant que j'ai pris, en somme, moins de nourriture aux deux stations les plus élevées (col de St-Théodule et sommet du Breithorn) que dans les autres localités.

Le tableau qui suit contient les moyennes des expériences que j'ai faites aux cinq dernières stations, étant assis.

[1] *Phil. Trans.* 1859.

STATIONS	Pression atmosphérique	Altitude	Température moyenne pendant les expériences	Nombre des expériences	Poids de CO^2 expiré par minute	Vol. de CO^2 expiré par minute réduit à 760^{mill} et o° c.	Vol. d'air expiré par minute réduit à 760^{mill} et 0° c.	CO^2 pour 100 d'air expiré en vol.	Fréquence de la respiration par minute	Vol. de l'air expiré par expiration, réduit
	mill.				grammes	litres	litres			litres
Breithorn....	468	13685	34°,9	7	0,487	0,248	4,86	5,1	12,6	0,67
St-Théodule...	517	10899	39°,2	15	0,446	0,227	4,67	4,9	11,8	0,61
Riffel........	565	8428	52°,4	23	0,450	0,229	4,64	4,9	10,3	0,64
St-Bernard....	568	8115	43°,7	6	0,460	0,234	4,42	5,1	8,2	0,76
Lac de Genève.	726	1230	57°,8	37	0,414	0,210	5,14	4,1	8,2	0,70

3° *Influence de la température sur la quantité d'acide carbonique expiré.*

Les seules stations dans lesquelles j'ai pu faire un nombre d'expériences suffisant pour permettre d'apprécier l'influence de la température de l'air ambiant sur la quantité d'acide carbonique expiré, sont celles d'Yvoire, du Riffel et du St-Théodule. J'ai groupé ensemble les chiffres indiquant les quantités d'acide carbonique expiré à ces trois stations sous diverses températures. Ces expériences ont été faites sans tenir compte du temps écoulé depuis le repas et voici les résultats qu'elles ont donnés.

STATIONS	Température moyenne	CO^2 expiré	Nombre des expériences
Yvoire............	51°,5 F.	0,416	15
	65°,2	0,406	15
Riffel	48°.7	0,491	10
	57°,2	0,418	10
St-Théodule	36°,1	0,458	7
	42°,5	0,439	7

On voit que pour chaque altitude la quantité d'acide carbonique expiré augmente à mesure que la température ambiante s'abaisse. Cet effet de l'abaissement de température s'est surtout fait sentir au Riffel, ce qui doit être attribué à ce que le temps a été mauvais pendant une de mes journées d'expériences à cette station. La pluie tombait en effet abondamment sur le sac dans lequel je respirais, assis en plein air et exposé à un vent froid et perçant.

4° *Effet combiné de la température et de l'altitude sur la quantité d'acide carbonique expiré.*

Si nous portons maintenant notre attention sur l'effet combiné de la température et de l'altitude avec la quantité d'acide carbonique expiré, le tableau suivant jettera quelque jour sur cette question en montrant la différence de la température moyenne, de l'acide carbonique expiré et de l'altitude entre Yvoire et chacune des quatre autres stations.

Différence de température.		Différence d'acide carbon. expiré.	Différence d'altitude.
St-Bernard . . .	— 14°,1	+ 0,046 grm.	6885 pieds
Riffel	— 5°,4	+ 0,036 »	7198 »
St-Théodule . . .	— 18°,6	+ 0,032 »	9669 »
Breithorn	— 22°,9	+ 0,073 »	12455 »

Le signe — placé devant chaque nombre indiquant une différence de température, exprime que la température de la station correspondante était, au moment des expériences, inférieure de ce nombre de degrés à la température moyenne d'Yvoire. Le signe + qui précède les chiffres indiquant les quantités d'acide carbonique expiré, exprime de même que ces quantités surpassaient du nombre correspondant la quantité expirée en moyenne à Yvoire. En consultant ce tableau, on voit qu'il y a dans chacune des stations élevées plus d'acide carbonique expiré qu'à Yvoire et que l'excès d'acide carbonique expiré au Breithorn est plus du double de l'excès correspondant au St-Théodule, à peu près le double de celui qui corres-

pond au Riffel et un peu moins du double de l'excès constaté au St-Bernard.

Il est impossible d'admettre que ce grand excès relatif d'acide carbonique expiré au Breithorn soit entièrement dû à l'air froid de cette station et il est naturel de croire à l'existence d'une autre cause augmentant la production de l'acide carbonique dans le corps à mesure que l'on s'élève. En réfléchissant à ce qui se passe pendant une ascension, on remarquera que l'évaporation par la peau et par les poumons augmente à mesure que l'on s'élève, bien que la température ambiante s'abaisse en même temps. Il se produit ainsi une cause de refroidissement du corps qui est indépendante de la température de l'air. Or, le corps ne peut évidemment réagir contre cette cause de refroidissement que par une combustion plus active, se traduisant par une augmentation de la quantité d'acide carbonique. Dans les expériences de M. Mermod, la température de l'air était la même aux deux stations et le froid produit par l'augmentation de l'évaporation explique probablement l'excès d'acide carbonique expiré à la plus élevée de ces deux stations.

Les considérations qui précèdent m'ont donc conduit à la conclusion que la quantité d'acide carbonique expiré augmente à mesure que l'on s'élève au-dessus du niveau de la mer et que cette augmentation est due à deux causes différentes, à savoir : 1° l'abaissement de la température ambiante et 2° le refroidissement du corps résultant de ce que l'évaporation de la peau et des poumons s'accroît à mesure que la pression atmosphérique diminue. En résumé, le corps développe plus d'acide carbonique afin de compenser l'influence du froid résultant des deux circonstances que je viens de signaler. Si donc en faisant une

ascension nous trouvions à la station supérieure la même température qu'à la station inférieure, il ne s'en produirait pas moins une augmentation de la quantité d'acide carbonique expiré, à cause de la plus grande évaporation soit cutanée soit pulmonaire.

Quant au volume de l'air respiré à diverses altitudes, il est à remarquer que bien que les pressions barométriques fussent très-différentes et que par suite les volumes d'air respirés variassent sans cesse, ces volumes réduits à 0° et à la pression de 760 mill., se sont trouvés être à peu près sinon tout à fait les mêmes. L'augmentation d'acide carbonique expiré aux stations élevées est, en fait, accompagnée d'une diminution du volume d'air expiré réduit à 0° et à 760 mill. Ce résultat s'accorde avec celui qu'a obtenu M. Mermod. Il se rapporte, dans mes expériences, à des altitudes plus considérables accompagnées de différences de température entre les stations, tandis que la température de l'air était à peu près la même dans les stations choisies par M. Mermod.

La quantité d'acide carbonique expiré étant plus grande aux stations plus élevées qu'aux stations inférieures, tandis que l'inverse a lieu pour le volume de l'air respiré (réduit), on doit s'attendre à ce que la proportion d'acide carbonique expiré soit plus forte dans les stations les plus élevées. Or nous trouvons précisément que dans les hautes stations la moyenne de l'acide carbonique atteint 4,9 pour cent dans l'air expiré, tandis qu'elle est seulement de 4,1 pour cent à la station la plus basse.

5° *Effet de l'altitude sur la fréquence respiratoire.*

Des observations comparatives faites avec et sans le masque m'ont prouvé que je respirais un peu plus lente-

ment et un peu plus profondément à travers cet appareil qu'à l'air libre. Cela explique le petit nombre d'expirations par minute que j'ai constatées dans toutes mes expériences. Mes observations sur la fréquence respiratoire n'en sont cependant pas moins concluantes, puisque j'ai toujours fait usage du masque, soit en étant assis soit en marchant. Or, j'ai trouvé qu'il y a augmentation de la fréquence respiratoire lorsqu'on s'élève de 8115 à 13685 pieds, tandis que je n'ai constaté aucune différence sous ce rapport entre les altitudes de 1230 et de 8115 pieds. Cet accroissement de la fréquence respiratoire qui se manifeste entre les stations du St-Bernard et du Breithorn, n'est du reste pas régulièrement proportionnel à l'augmentation de l'altitude au-dessus de 8115 pieds, ainsi qu'on s'en apercevra en consultant le tableau qui précède. Il est donc probable que la différence d'altitude n'en est pas la cause unique.

On sait qu'en ce qui concerne les stations basses, mes résultats concordent avec ceux de M. Mermod qui n'a constaté aucune différence dans la fréquence respiratoire entre les altitudes de 406 et 3609 pieds. Mais je ne saurais en conclure avec lui qu'il en est encore de même aux grandes altitudes.

6° *Expériences faites en marchant horizontalement ou en montant.*

Dans chacune de ces expériences j'avais soin de marcher pendant quelques minutes avant de commencer à recueillir l'air expiré. Elles sont moins nombreuses que celles que j'ai faites en restant assis et elles sont moins satisfaisantes à cause de la grande difficulté que j'éprou-

vais à régulariser le travail musculaire tout en marchant et en montant.

Les résultats auxquels ces expériences m'ont conduit, sont résumés dans le tableau suivant :

Stations.	Manière de marcher	Poids de CO^2 expiré par minute	Volume d'air expiré par minute.	Rapport de CO^2 à CO^2 expiré en étant assis.	Quantité de CO^2 pour cent d'air expiré	Nombre des expériences.
		GR.	LITRES			
Yvoire.	Marche horizontale.	2,249	25.84	5,42 à 1	4,4	7
St-Bernard.	Marche horizontale.	2,457	24,77	5,35 »	5,0	5
	Ascension rapide.	3,156	32,45	6,86 »	4,9	3
	Ascension lente.	2,120	19,72	4,82 »	5,4	2
St-Théodule.	Marche horizontale.	1,919	22,06	4,32 »	4,4	2
	Ascension rapide.	2,972	24,97	6,69 »	6,1	1
Breithorn.	Marche horizontale.	1,886	19,48	3,87 »	5,0	3

Ils semblent montrer qu'à partir d'une certaine altitude la marche horizontale a pour conséquence une diminution de la quantité d'acide carbonique ainsi que de l'air expiré. Les stations d'Yvoire et du Grand St-Bernard ont fourni, en effet, l'une et l'autre les mêmes résultats ; mais dès que l'altitude du St-Théodule a été atteinte (10899 p^{ds}), il s'est manifesté, pendant la marche horizontale, une diminution de l'acide carbonique dont la quantité expirée s'est abaissée à 1,919 grms de 2,249 et 2,457 qu'elle était à Yvoire et au Grand St-Bernard respectivement. Cette diminution s'est accrue encore au sommet du Breithorn où la quantité d'acide carbonique expirée n'est plus

que de 1,886 et en même temps le volume de l'air expiré par minute s'abaisse de 24,77 litres à 19,48 litres. Mais les expériences de cette dernière série ne sont pas assez nombreuses pour autoriser autre chose que des conclusions générales. Enfin celles qui se rapportent à la marche en montant donnent lieu aux mêmes remarques. Elles montrent certainement qu'une ascension rapide augmente la quantité d'acide carbonique expiré.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE.

P. GLAN. UEBER DEN EINFLUSS DER DICHTIGKEIT EINES KÖRPERS AUF DIE MENGE DES VON IHM ABSORBIRTEN LICHTES. DE L'INFLUENCE DE LA DENSITÉ D'UN CORPS SUR SON POUVOIR ABSORBANT. (Extrait des *Ann. de Wied.* Janvier 1878.)

Bien que cette question ait été l'objet de nombreuses expériences, on n'a pu encore déduire une loi des résultats obtenus. En effet quelques observations semblent indiquer que la densité d'un corps influe sur son pouvoir absorbant, tandis que d'autres semblent prouver le contraire.

M. Glan a donc jugé nécessaire de faire quelques nouvelles observations sur ce sujet:

Il s'est servi à cet effet de son photomètre, dont il a déjà fait la description dans un travail antérieur[1].

Ce photomètre se compose essentiellement d'un collimateur, d'un prisme biréfringent, d'un nicol, d'un prisme à vision directe et d'une lunette.

En éclairant chacune des moitiés de la fente du collimateur par l'une des deux sources de lumière, on obtient en vertu de la disposition de l'appareil deux spectres superposés, dont l'intensité relative dépend de l'angle compris entre le plan de polarisation du nicol et la section principale du prisme biréfringent. On peut donc déterminer l'intensité relative de quelle partie que ce soit des deux spectres.

Afin de donner à ses observations toute l'exactitude nécessaire, M. Glan n'a comparé entre eux que les rayons homogènes pour lesquels le coefficient d'absorption variait rapidement suivant l'épaisseur de la couche du liquide absorbant.

[1] *Ann. de Wied.* Juillet 1877.

En effet, si le pouvoir absorbant d'un corps doit varier avec sa densité, il est probable que cette variation s'observera tout d'abord sur ces rayons-là.

L'appareil de M. Glan était disposé comme suit :

La flamme d'une lampe à pétrole étant placée au foyer d'une lentille, les rayons parallèles émergeant de celle-ci tombaient sur un premier miroir qui leur donnait une direction verticale.

Immédiatement au-dessus du miroir, on avait placé un vase de forme cubique, à parois planes, servant à contenir le liquide absorbant.

Les rayons lumineux, après avoir traversé le liquide qui remplissait le vase étaient réfléchis par un second miroir et éclairaient la moitié inférieure de la fente du photomètre. L'autre moitié était éclairée par les rayons de la lampe que réfléchissait un prisme rectangulaire placé à quelque distance.

Avant chaque expérience, on s'assurait de l'horizontalité de la glace qui formait le fond du vase ; on versait dans celui-ci une solution concentrée de la substance dont on voulait mesurer le pouvoir absorbant; puis, au moyen d'une pipette, on étendait par-dessus ce liquide une couche du liquide dissolvant, opération qui demande quelques précautions.

Avant de placer le vase entre les deux miroirs, on déterminait la position α qu'il fallait donner au nicol pour obtenir une intensité égale des deux spectres dans la couleur dont on voulait déterminer le coefficient d'absorption ; puis on faisait la même opération après avoir placé le vase contenant ces deux liquides superposés ; le nicol avait alors la position α'. Cela fait, on enlevait de nouveau le vase et répétait la première observation qui donnait α_1 ; enfin, après avoir obtenu le mélange des deux liquides, on replaçait le vase et l'on déterminait encore la position α_1' du nicol pour laquelle l'intensité de la couleur en question était égale dans les deux spectres.

Les quantités α α' α_1 α_1' sont des angles comptés à partir de la position O du nicol, par laquelle le spectre supérieur

disparaît. On a alors pour coefficients d'extinction de la lumière,

à son passage à travers les deux liquides superposés :

$$K = \frac{tg^2 \alpha'}{tg^2 \alpha}$$

à son passage à travers le mélange :

$$K = \frac{tg^2 \alpha'}{tg^2 \alpha_1}$$

Chacun de ces coefficients d'extinction est le produit de deux facteurs. Le premier dépend de l'absorption de la glace formant le fond du vase et des réflexions aux surfaces du verre et du liquide.

En désignant les deux facteurs dans le premier cas par r et a et dans le second cas par r_1 et a_1 on aura :

$$K = r\,a \qquad K_1 = r_1\,a_1$$

$$a = \frac{K}{r} \qquad a_1 = \frac{K_1}{r_1}$$

Les quantités r et r_1 varient suivant le liquide absorbant et sont faciles à déterminer. Quant aux valeurs K et K_1 déduites de l'expérience, nous devons les soumettre à une nouvelle correction.

La quantité de substance absorbante traversée par les rayons lumineux serait la même dans les deux cas, si la surface du liquide était en tous ses points parallèle à la glace formant le fond du vase. Il n'en est pas ainsi à cause de la capillarité, en vertu de laquelle une partie du liquide est soulevée par les parois du vase.

Il faudra donc dans les deux répartir le liquide soulevé sur toute la surface et ajouter à l'absorption observée, celle produite par cette nouvelle couche.

Les observations de M. Glan démontrent clairement que *si la densité d'un corps a une influence sur son pouvoir absorbant, cette influence est très-faible et change de signe suivant les substances.*

Ainsi pour le sulfate de cuivre qui absorbe plus fortement

les rayons rouges que les rayons bleus. le pouvoir absorbant du mélange est moindre que celui des deux liquides superposés; tandis que pour les substances qui absorbent plus faiblement les rayons rouges que les rayons bleus, M. Glan a observé le phénomène contraire.

Les différences du pouvoir absorbant dans les deux cas sont du reste du même ordre de grandeur que les erreurs d'observation.

Voici les moyennes de quelques observations:

Dans ce tableau λ indique en millionièmes de millimètre la longueur des ondes lumineuses dont on a déterminé l'absorption; *a* est le coefficient d'absorption des liquides superposés, *a''* celui des liquides mélangés; *V* indique la concentration du mélange par une fraction, dont le numérateur représente le volume de la solution concentrée et le dénominateur celui du liquide dissolvant formant la couche supérieure.

λ	a	a''	a-a''	V
		Sulfate de cuivre.		
674	0,077	0,073	+ 0,004	1/7
659	0,155	0,150	+ 0,005	»
626	0,336	0,330	+ 0,006	1/5
557	0,449	0,441	+ 0,008	1/3
»	0,510	0,507	+ 0,003	1/7
525	0,822	0,819	+ 0,003	1/3
»	0,848	0,854	— 0,006	1/7
		Bichromate de potasse.		
557	0,859	0,869	— 0,010	1/6
»	0,844	0,845	— 0,001	1/11
529	0,076	0,080	— 0,004	1/7
		Solution de iode dans l'alcool.		
657	0,627	0,638	— 0,011	1/7
527	0,168	0,183	— 0,015	»
»	0,158	0,168	— 0,010	»
»	0,090	0,093	— 0,003	»
		Solution de iode dans le sulfure de carbone.		
657	0,090	0,089	+ 0,001	1/4
607	0,0074	0,0077	— 0,003	»

C.

CHIMIE.

V. Meyer et Jul. Züblin. Combinaisons nitrosées de la série grasse. (*Berichte d. d. chem. Ges.* XI, p. 692. Zurich.)

Les auteurs avaient déjà indiqué[1] qu'ils obtenaient la nitrosométhylacétone en faisant agir l'acide nitreux sur l'éther méthylacétylacétique dissous dans un excès de potasse aqueuse (environ 3 molécules); si l'on dissout dans une molécule de potasse dans l'alcool, puis qu'on ajoute de l'eau et fait passer l'acide nitreux, on obtient l'éther de l'acide nitrosopropionique, et enfin on obtient l'acide nitrosopionique en traitant de la même manière mais en laissant reposer pendant quelques jours après l'action de l'acide nitreux et après avoir de nouveau rendu la dissolution alcaline.

L'éther nitrosopropionique $CH_3 — CH (AzO) — COOC_2H_5$ forme de longs prismes transparents qu'on fait recristalliser d'éther, il fond vers 94° et bout à 233° (corr.) il est acide, ses dissolutions alcalines sont incolores et il ne donne point de réaction colorée comme la nitrosokétone avec le phénol et l'acide sulfurique concentré, il est soluble dans l'eau, la potasse aqueuse le saponifie et donne l'acide nitrosopropionique qui forme de petits grains cristallins qui se décomposent subitement vers 177°, très-solubles dans l'eau, l'alcool, peu dans l'éther; cet acide décompose les carbonates; le sel d'argent est une poudre insoluble dans l'eau.

Les auteurs ont encore préparé la nitrosodiméthylkétone au moyen de l'éther nitrosoacétylacétique suivant la réaction.

$$\begin{matrix} H \searrow & & \nearrow COCH_3 \\ & C & \\ AzO \nearrow & & \searrow COOC_2H_5 \end{matrix} + H_2O = CO_2 + C_2H_5OH + CH_3 — CO — CH_2AzO$$

elle cristallise sous forme de feuilles ou de prismes solubles dans l'eau et l'éther, elle est volatile avec les vapeurs d'eau, elle a une réaction acide, sa dissolution dans les alcalis a une

[1] *Archives*, t. LXII, 183.

couleur jaune intense, elle n'est pas distillable sans décomposition tandis que son homologue supérieur bout sans décomposition à 185°-186°.

E. Schulze et J. Barbieri. — Acide aspartique et tyrosine dans les germes de courges. (*Berichte*, XI, 710. Zurich.)

Schulze et Barbieri ont déjà montré que les germes de la courge renfermaient de l'acide glutamique; ils ont maintenant réussi à isoler aussi un peu d'acide aspartique qui se trouve dans la plante à l'état d'asparagine, et de la tyrosine. Il semble par conséquent que l'albumine se décompose dans la plante comme sous l'influence des acides en dehors des organismes vivants.

G. Lunge. — Sur les points d'ébullition d'acides sulfuriques de diverses concentrations. (*Berichte de Berlin*, XI, p. 370.)

L'auteur a déterminé avec soin les points d'ébullition de l'acide sulfurique à différents degrés de concentration, depuis l'acide à 95,3 % jusqu'à l'acide à 8,5 % seulement. Au moyen de ses observations il a construit une courbe qui permet ensuite de déterminer le point d'ébullition d'un acide d'un degré de concentration quelconque. L'acide à 98,5 % dont le point d'ébullition 338° a été déterminé autrefois par M. Marignac, rentre exactement dans la courbe déterminée.

G. Lunge. — Détermination des acides nitreux et nitriques. (*Berichte*, XI, 434, Zurich.)

Ce travail n'est qu'une discussion sur les meilleures méthodes de dosage de ces acides, et contient en outre la description d'un appareil plus commode que celui de Davis. (*Chemical News*, XXXVII, 45).

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MAI 1878.

Le 3, rosée le matin.
4, rosée le matin ; de midi à 3 h. halo solaire.
5, rosée le matin.
9, id.
10, id.
11, rosée le matin ; le soir à 10 h. éclairs à l'horizon Est.
13, de $10^1/_4$ à $10^1/_2$ du matin, éclairs et tonnerres à l'Ouest ; l'orage passe le long du Jura.
14, forte rosée le matin.
15, id.
16, à $1^3/_4$ h. du matin violent coup de vent du SO. ; à 2 h. matin forte pluie avec éclairs et tonnerres.
17, forte rosée le matin.
18, rosée le matin.
20, id.
24, éclairs et tonnerres de 5 h. à 7 h. du soir ; pluie très-abondante depuis 2 h. après midi jusqu'au lendemain matin à 8 h., pendant ces 18 heures il est tombé 45^{mm},7. L'Arve a débordé le 25.
27, rosée le matin.
28, de $3^1/_2$ à $4^1/_2$ h. après midi, tonnerres à l'Ouest.
29, il a neigé dans la nuit sur le sommet des Voirons et sur le Jura.
31, rosée le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 4 à 8 h. matin	727,47
10 à 8 h. matin	724,36
17 à 8 h. matin	733,60
22 à 10 h. matin...........	727,93
26 à 8 h. matin	727,36
29 à 10 h. soir	729,66

MINIMUM.

	mm
Le 1er à 8 h. matin	721,00
7 à 10 h. soir	719,07
12 à 4 h. après midi......	719,82
20 à 8 h. soir	725,27
24 à 2 h. après midi	718,92
28 à 2 h. après midi......	720,16
31 à 4 h. après midi......	722,12

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	cm
1	721,27	— 3,68	+12,68	+ 1,62	+10,2	+15,8	9,62	+2,81	882	+188	770	940	9,5	11	variable	0,92	+8,0	— 2,1	148,3
2	724,52	— 0,46	+13,01	+ 1,80	+ 9,5	+16,8	8,57	+1,69	770	+ 75	610	860	12,0	5	SSO. 1	0,80	7,1	— 3,1	151,5
3	726,62	+ 1,60	+13,19	+ 1,84	+ 8,6	+18,0	8,41	+1,46	756	+ 61	520	910	...	...	N. 2	0,10	7,4	— 2,9	151,2
4	726,90	+ 1,84	+14,03	+ 2,54	+ 8,6	+19,1	8,46	+1,44	717	+ 22	520	910	...	...	N. 1	0,41	8,4	— 2,0	154,4
5	725,25	+ 0,15	+16,04	+ 4,40	+ 9,9	+21,7	8,86	+1,77	663	— 32	460	800	...	...	NNE. 1	0,49	...	.....	156,0
6	721,16	— 3,98	+15,05	+ 3,27	+13,7	+20,0	9,56	+2,40	776	+ 80	570	870	0,6	1	variable	0,98	11,0	+ 0,3	156,3
7	720,13	— 5,05	+14,28	+ 2,35	+12,2	+20,0	9,80	+2,57	828	+132	530	960	5,7	9	SSO. 1	0,97	10,6	— 0,2	158,2
8	721,42	— 3,80	+12,98	+ 0,91	+10,3	+17,1	7,45	+0,15	701	+ 5	450	850	10,0	6	SSO. 1	0,52	9,4	— 1,5	159,0
9	723,26	— 2,00	+12,66	+ 0,45	+ 5,3	+18,1	6,81	—0,56	642	— 55	410	880	...	...	NNE. 1	0,40	8,8	— 2,2	160,4
10	723,44	— 1,87	+14,54	+ 2,18	+ 8,8	+19,9	7,74	+0,29	640	— 57	420	850	...	...	N. 1	0,04	9,6	— 1,5	160,5
11	722,04	— 3,31	+18,23	+ 5,73	+11,1	+24,7	9,35	+1,83	611	— 86	400	790	...	...	SSO. 1	0,62	12,3	+ 1,1	162,2
12	720,79	— 4,60	+12,81	+ 0,17	+12,1	+17,9	10,02	+2,43	920	+222	740	950	12,0	12	variable	0,92	...	.....	162,0
13	722,10	— 3,34	+14,70	+ 1,92	+ 9,9	+20,7	8,20	+0,54	686	— 12	390	860	0,8	1	id.	0,43	11,4	— 0,1	166,1
14	723,04	— 2,44	+13,56	+ 0,64	+ 6,9	+21,0	9,22	+1,48	781	+ 82	600	890	1,4	3	id.	0,90	9,8	— 1,8	165,5
15	724,85	— 0,68	+17,71	+ 4,64	+10,8	+24,0	9,74	+1,93	663	— 36	410	910	...	...	SSO. 2	0,51	9,8	— 1,9	166,6
16	729,66	+ 4,09	+17,02	+ 3,81	+12,1	+22,4	8,07	+0,19	594	—106	280	850	7,7	5	variable	0,29	10,0	— 1,8	167,7
17	732,80	+ 7,18	+16,75	+ 3,40	+ 8,6	+22,6	9,05	+1,10	637	— 63	440	830	...	...	N. 1	0,01	9,4	— 2,5	167,0
18	731,15	+ 5,49	+20,50	+ 7,01	+11,3	+27,5	11,23	+3,21	631	— 69	410	860	...	...	variable	0,23	11,7	— 0,4	166,6
19	730,20	+ 4,49	+19,60	+ 5,98	+15,0	+23,8	9,73	+1,64	588	—113	420	630	...	...	S. 1	0,72	...	.....	165,0
20	727,42	+ 1,67	+16,79	+ 3,03	+11,0	+22,5	7,76	—0,40	569	—132	350	860	...	...	SSO. 1	0,69	9,7	— 2,6	172,0
21	726,56	+ 0,76	+13,09	— 0,81	+ 9,8	+17,7	5,75	—2,48	540	—162	360	600	...	...	O. 2	0,46	8,8	— 3,6	168,9
22	727,51	+ 1,67	+11,48	— 2,55	+ 5,1	+17,1	5,12	—3,18	532	—170	330	770	...	...	N. 1	0,08	9,7	— 2,8	172,2
23	723,92	— 1,97	+13,18	— 0,99	+ 4,9	+20,0	7,23	—1,14	659	— 43	340	880	4,7	6	SSO. 2	0,69	11,6	— 1,0	170,2
24	719,99	— 5,94	+15,77	+ 1,47	+12,3	+21,9	11,12	+2,68	838	+135	670	870	23,3	16	SSO. 2	0,99	8,4	— 4,4	171,5
25	721,81	— 4,17	+ 9,44	— 5,00	+ 6,8	+15,2	7,05	—1,46	818	+115	550	960	33,8	11	SSO. 1	0,84	8,3	— 4,6	191,5
26	726,88	+ 0,86	+12,19	— 2,38	+ 7,3	+17,5	6,50	—2,08	647	— 56	340	910	...	...	variable	0,21	...	.....	187,0
27	724,99	— 1,08	+12,39	— 2,31	+ 5,2	+19,9	7,48	—1,17	700	— 4	370	860	...	...	NNE. 1	0,46	8,4	— 4,7	195,7
28	721,04	— 5,07	+12,52	— 2,31	+ 9,0	+18,2	8,88	+0,16	837	+133	680	930	10,7	9	variable	0,93	8,9	— 4,3	190,8
29	727,16	+ 1,00	+10,67	— 4,29	+ 8,0	+14,0	6,58	—2,21	702	— 2	540	890	5,3	6	SSO. 2	0,87	9,5	— 3,9	190,1
30	728,17	+ 1,97	+13,49	— 1,60	+ 9,7	+17,7	7,64	—1,21	686	— 18	500	880	...	...	N. 1	0,37	9,0	— 4,5	190,2
31	723,99	— 2,26	+14,17	— 1,04	+ 7,5	+22,8	8,87	—0,05	748	+ 44	450	950	10,0	5	N. 1	0,60	10,0	— 3,6	188,8

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1878.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	723,74	723,86	723,79	723,42	723,09	722,77	722,66	723,15	723,41
2e »	726,96	726,99	726,64	726,36	725,94	725,74	725,78	726,22	726,51
3e »	725,16	725,28	725,11	724,74	724,13	724,06	724,18	724,68	725,01
Mois	725,28	725,37	725,18	724,84	724,38	724,19	724,21	724,68	724,98
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+10,99	+13,60	+15,10	+16,48	+17,77	+16,82	+16,01	+14,30	+13,34
2e »	+12,80	+15,87	+18,57	+20,19	+21,12	+21,10	+19,29	+17,81	+15,61
3e »	+ 9,80	+12,31	+14,36	+15,85	+16,96	+15,72	+14,69	+12,39	+11,32
Mois	+11,16	+13,87	+15,96	+17,45	+18,57	+17,81	+16,60	+14,75	+13,36
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	8,48	9,03	8,60	8,49	8,30	8,12	8,26	8,81	8,94
2e »	9,20	9,51	9,68	9,48	9,09	8,96	9,02	9,08	9,39
3e »	7,44	7,53	7,32	7,22	7,14	7,27	7,35	8,08	8,19
Mois	8,34	8,65	8,50	8,36	8,14	8,09	8,18	8,64	8,82
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	865	776	674	607	551	578	619	729	788
2e »	839	716	615	552	502	488	546	600	704
3e »	816	699	599	538	498	550	595	748	811
Mois	839	729	628	565	517	539	587	694	769

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 9,71	+18,65	0,56	+ 8,92	37,8	155,6
2e »	+10,88	+22,71	0,53	+10,51	21,9	166,1
3e »	+ 7,78	+18,36	0,59	+ 9,26	87,8	183,4
Mois	+ 9,40	+19,85	0,56	+ 9,52	147,5	168,8

Dans ce mois, l'air a été calme 0,7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,56 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 54°,4 O. et son intensité est égale à 34,5 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1878.

Le 1er, neige et brouillard presque tout le jour; la neige fondait à mesure qu'elle tombait et n'a pas pu être mesurée.
2, neige dans la nuit et le matin de bonne heure; brouillard le soir.
3, brouillard le soir.
6, brouillard presque tout le jour, fort vent du SO.
7, brouillard intense tout le jour.
8, neige dans la nuit et le matin de bonne heure; brouillard le reste du jour.
11, brouillard le matin et le soir.
12, neige le matin, brouillard le reste de la journée; la neige fondait en tombant et n'a pas pu être mesurée.
13, brouillard le matin.
15, brouillard le soir.
16, brouillard le matin.
18, id.
19, brouillard le soir.
21, brouillard une grande partie du jour.
23, la neige commence à tomber le soir, par un fort vent de SO., et dure toute la nuit; elle fondait à mesure et n'a pas pu être mesurée, l'eau est marquée pour le 24.
24, brouillard le soir, fort vent de SO.
25, neige et brouillard tout le jour et la nuit suivante; l'eau tombée pendant la nuit est marquée au 26.
28, brouillard et neige presque tout le jour.
29, neige le soir.
30, neige dans la nuit.
31, brouillard une partie de la journée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1er à 4 h. après midi	561,03
Le 4 à 10 h. soir	567,91		
		8 à 6 h. matin	558,84
10 à 10 h. soir	565,39		
		12 à midi	561,04
18 à 10 h. soir	573,90		
		22 à 6 h. matin	562,35
22 à 10 h. soir	564,95		
		25 à midi	557,83
27 à midi	565,21		
		28 à 4 h. après midi	559,76
30 à 10 h. soir	566,07		

SAINT-BERNARD. — MAI 1878.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.				
1	561,52	— 1,20	563,03	562,16	+ 1,74	+ 3,17	0,0	+ 4,9	.....	8,2	....	SO.	1	1,00
2	562,73	— 0,09	561,57	564,81	— 0,53	+ 0,75	— 1,6	+ 2,8	70	51,6	....	NE.	2	0,79
3	565,86	+ 2,94	565,00	566,90	+ 0,96	+ 2,10	— 1,4	+ 4,5	.....	.....	....	NE.	1	0,42
4	567,35	+ 4,33	566,90	567,91	+ 4,36	+ 5,36	+ 1,0	+10,2	.....	.....	....	NE.	1	0,20
5	566,65	+ 3,54	565,77	567,60	+ 3,55	+ 4,41	+ 1,9	+ 6,8	.....	.....	....	SO.	2	0,44
6	562,87	— 0,33	562,35	563,77	— 0,34	+ 0,38	— 0,5	+ 1,0	.....	.....	....	SO.	2	0,98
7	560,76	— 2,54	560,40	561,27	+ 0,52	+ 1,10	— 0,6	+ 2,5	....	.....	....	SO.	1	1,00
8	560,12	— 3,28	558,84	561,52	+ 0,80	+ 1,24	— 2,2	+ 4,5	100	12,4	.. .	NE.	1	0,87
9	562,84	— 0,66	561,73	564,25	+ 1,26	+ 1,56	— 2,0	+ 4,9	.....	.....	....	NE.	1	0,02
10	564,95	+ 1,35	564,32	565,39	+ 4,46	+ 4,62	+ 0,4	+ 8,8	.....	.....	....	SO.	1	0,18
11	565,95	+ 2,26	564,65	565,28	+ 3,21	+ 3,23	+ 1,9	+ 6,1	.....	.....	....	SO.	1	0,92
12	561,77	— 2,02	561,04	562,82	+ 1,26	+ 1,14	+ 0,9	+ 3,0	.....	10,4	....	SO.	1	1,00
13	562,27	— 1,62	561,74	562,92	+ 1,97	+ 1,71	— 0,9	+ 9,0	.....	.....	....	NE.	1	0,62
14	564,05	+ 0,06	563,02	565,14	+ 2,52	+ 2,12	+ 0,4	+ 6,5	.....	.....	....	SO.	1	0,46
15	566,61	+ 2,52	565,46	567,64	+ 4,30	+ 3,77	+ 1,6	+ 7,6	.....	.....	....	SO.	1	0,44
16	569,33	+ 5,15	567,82	570,99	+ 4,05	+ 3,39	+ 0,9	+ 9,0	.....	.....	....	NE.	1	0,37
17	573,04	+ 8,76	572,10	573,61	+ 6,94	+ 6,14	+ 2,6	+11,0	.....	.....	....	SO.	1	0,01
18	573,55	+ 9,17	573,29	573,90	+ 8,18	+ 7,25	+ 4,5	+13,3	.....	.....	....	SO.	1	0,32
19	571,49	+ 7,01	570,63	572,95	+ 7,37	+ 6,31	+ 4,9	+10,7	.....	.....	....	SO.	1	0,75
20	566,99	+ 2,42	565,59	568,28	+ 5,82	+ 4,63	+ 4,0	+ 8,8	.....	.....	....	SO.	1	0,30
21	562,88	— 1,78	562,82	563,11	— 1,00	— 2,32	— 4,2	+ 2,2	.....	.....	....	NE.	1	0,89
22	563,73	— 1,03	562,35	564,95	— 1,63	— 3,08	— 5,7	+ 1,9	.....	.....	....	NE.	1	0,13
23	563,85	— 1,01	563,11	564,63	+ 0,82	— 0,76	— 1,4	+ 3,7	.....	.....	....	SO.	2	0,71
24	561,83	— 3,12	561,14	562,54	+ 3,11	+ 1,40	+ 1,0	+ 6,3	.....	4,3	....	SO.	2	0,90
25	558,55	— 6,49	557,83	559,94	— 2,22	— 4,05	— 4,1	+ 1,2	180	40,0	....	NE.	1	0,96
26	563,49	— 1,64	562,25	564,73	— 0,48	— 2,43	— 4,0	+ 3,7	.....	11,5	....	SO.	1	0,24
27	564,53	— 0,70	565,21	563,24	— 1,16	— 3,23	— 2,6	+ 0,8	.....	.....	....	SO.	1	0,89
28	560,65	— 4,67	559,76	561,28	— 1,92	— 4,11	— 3,3	+ 0,4	60	10,0	....	NE.	1	0,98
29	563,58	— 1,83	565,60	560,84	— 1,66	— 3,97	— 5,4	+ 3,2	40	8,6	....	NE.	1	0,70
30	565,70	+ 0,20	565,42	566,07	+ 3,34	+ 0,91	— 2,1	+ 8,2	20	5,4	....	NE.	1	0,51
31	563,82	— 1,77	562,72	565,03	+ 1,07	— 1,48	— 0,4	+ 4,2	.....	.....	....	SO.	1	0,92

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1878.

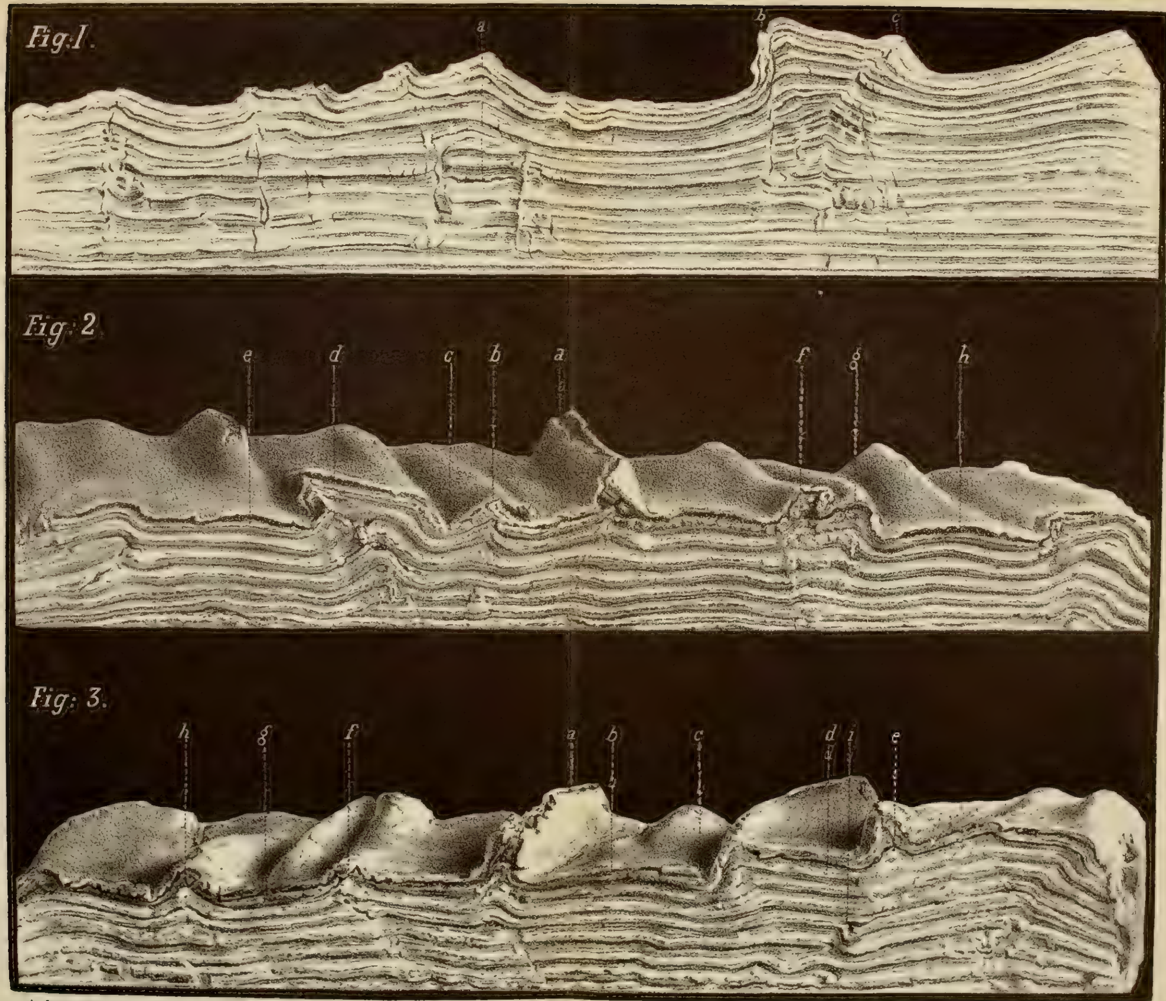
	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	563,29	563,38	563,51	563,60	563,59	563,57	563,70	563,91	564,08
2e »	567,18	567,31	567,44	567,42	567,40	567,43	567,55	567,69	567,79
3e »	562,64	562,81	563,07	563,18	563,05	562,97	563,09	563,22	563,20
Mois	564,31	564,45	564,62	564,69	564,63	564,60	564,73	564,89	564,96
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 0,08	+ 1,21	+ 3,23	+ 4,07	+ 4,72	+ 4,32	+ 2,53	+ 1,03	+ 0,54
2e »	+ 2,58	+ 4,40	+ 6,20	+ 7,57	+ 7,93	+ 7,02	+ 5,28	+ 3,33	+ 3,23
3e »	— 1,92	— 0,20	+ 1,42	+ 2,30	+ 2,71	+ 2,24	+ 0,43	— 0,68	— 1,23
Mois	+ 0,13	+ 1,74	+ 3,54	+ 4,57	+ 5,04	+ 4,45	+ 2,67	+ 1,17	+ 0,79

	Min. observé.	Max. observé	Clarté moyenne du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 0,50	+ 5,09	0,59	26,2	170
2e »	+ 2,08	+ 8,50	0,52	10,4	—
3e »	— 2,93	+ 3,25	0,78	79,8	300
Mois	— 0,53	+ 5,54	0,61	116,4	470

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

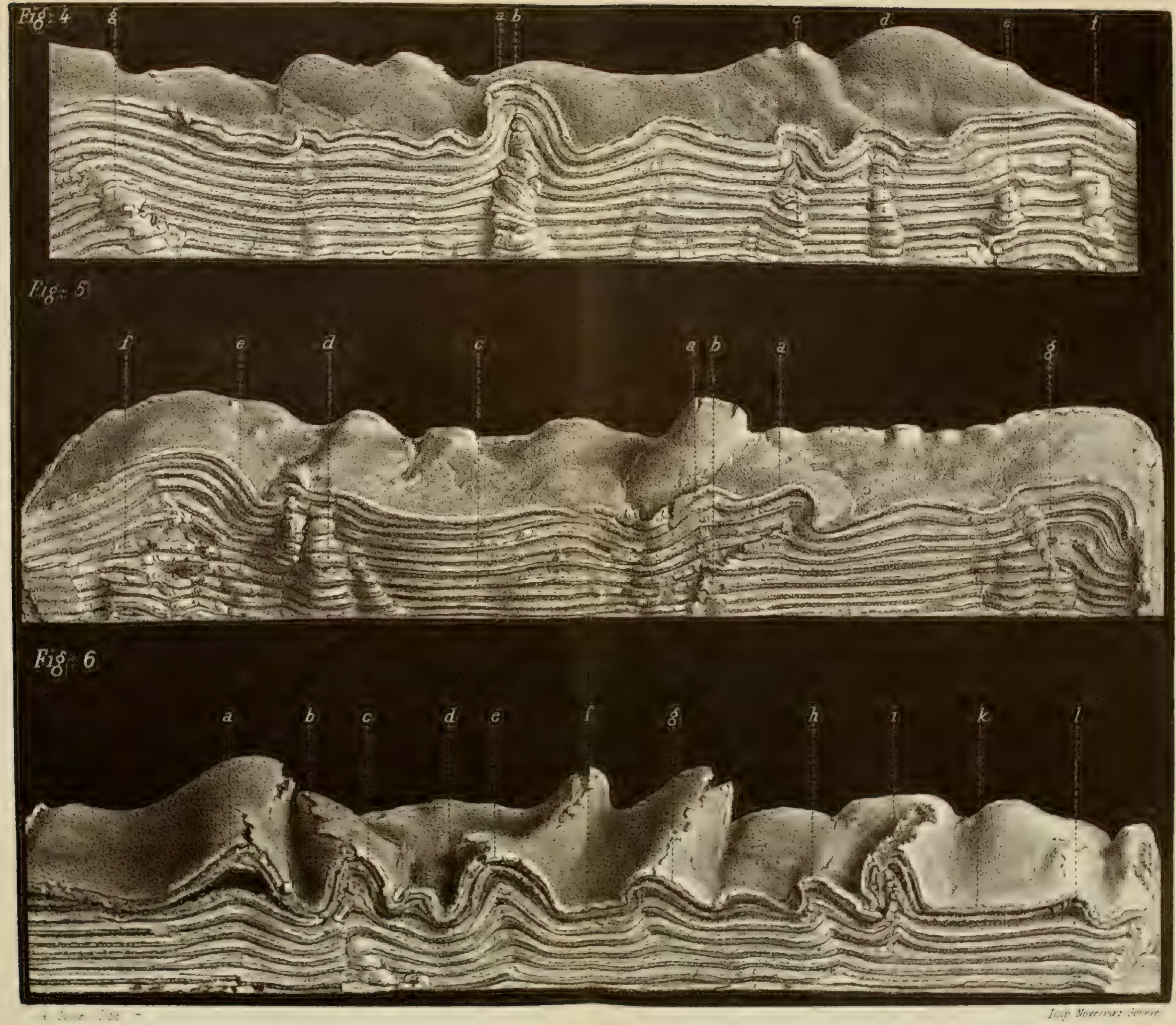
Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,75 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 16,8 sur 100.

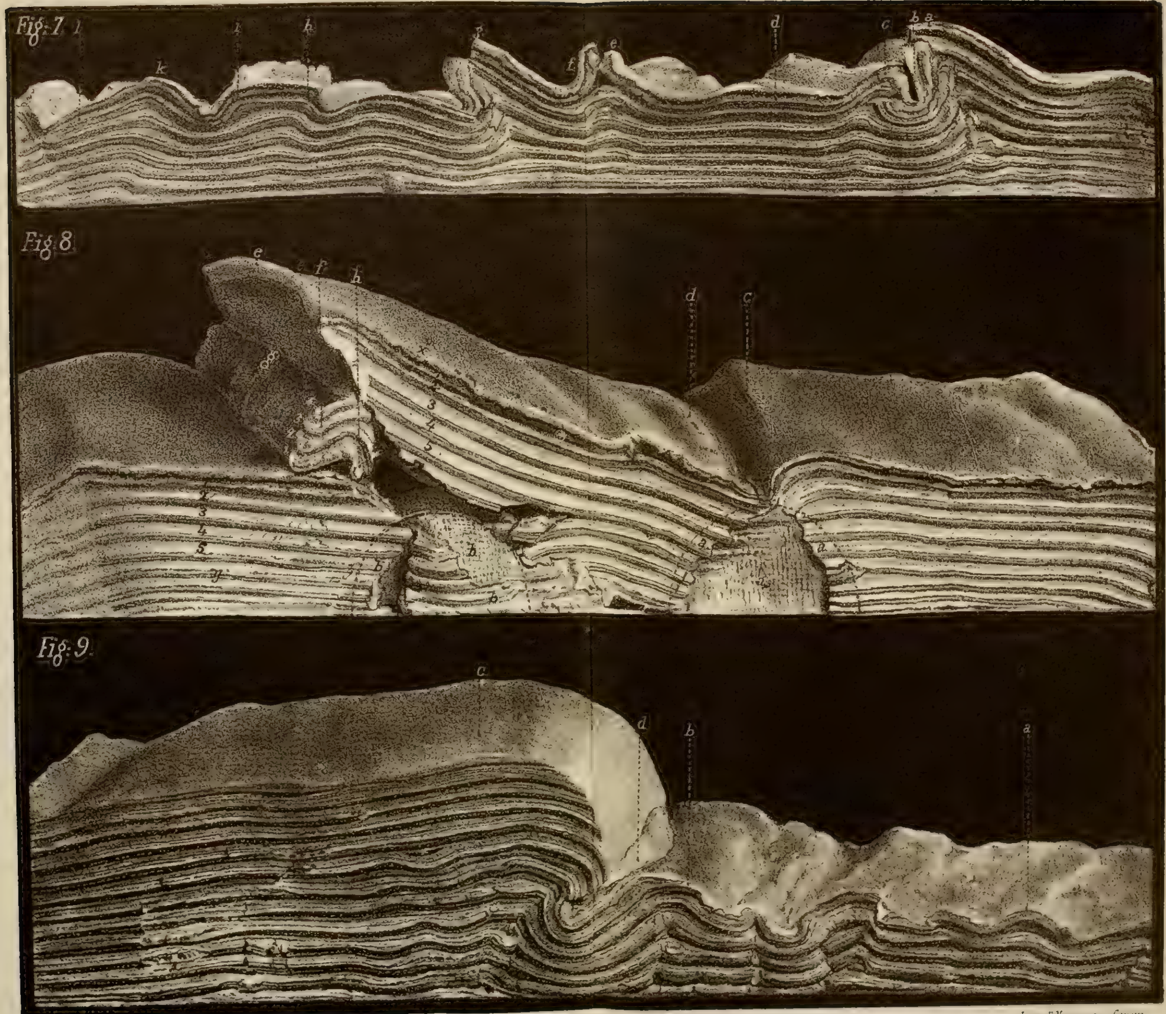


A. Lunel, lith.

Imp. Soverraz à Genève



Imp. Noverraz Genève



A. Lunel

Imp. F. Noverraz Genève

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME LXII (NOUVELLE PÉRIODE)

1878. — N[os] 244 à 246.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

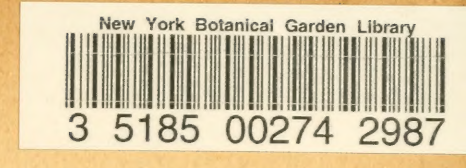
CHIMIE.

ZOOLOGIE.

BOTANIQUE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.


New York Botanical Garden Library
3 5185 00274 2987

